Phys. g. 146

Ad Bibliothecam
Academiæ Scientiarum
Electoralis Boicæ Monachii

<36604962250016

<36604962250016

Bayer. Staatsbibliothek

K. II. Bl.

~~Phyſic. gen. 192~~
Phys. g. 146

Phyſica
Syſtemata & methodi 190.

Geen.

R

Grundriß
der
Naturlehre

in
ſeinem
mathematiſchen und chemiſchen Theile
neu bearbeitet

von
Friedrich Albrecht Carl Gren,
der Arzneygelahrth. Doct. u. d. Weltweish. Mag.,
der erſtern ordentlichem öffentlichen Lehrer auf der Friedrichsuniverſität
zu Halle, Mitgliede der Königl. Preuß. Academie der Wiſſenſchaften
zu Berlin, der Churfürſtl. Maynziſchen Academie der nützlichen Wiſ-
ſenſchaften zu Erfurt, der Königl. Preuß. Societät der Wiſſenſchaften
und Künſte zu Frankfurt an der Oder und der naturfor-
ſchenden Geſellſchaft zu Halle.

Mit dreyzehn Kupfertafeln.

Halle,
bey Hemmerde und Schwetſchke,
1793.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Sr. Excellenz

dem

Herrn

Grafen von Herzberg,

wirklichen geheimen Etats- und Cabinetsminiſter, Curator der Königl. Academie der Wiſſenſchaften, Ritter des ſchwarzen Adlerordens, ꝛc.

widmet

dieſes Lehrbuch

als

einen ſchwachen Beweis

ſeiner

innigſten Ehrfurcht und Dankbarkeit

der Verfaſſer.

Vorrede.

Dieſer gegenwärtige Grundriß der Naturlehre iſt eher für ein ganz neues Buch, als für eine neue Auflage des vorigen zu halten. Im Ganzen iſt zwar die Ordnung größtentheils beybehalten, die ich in der erſtern Ausgabe befolgt habe; man wird aber, auch ſchon bey einer flüchtigen Vergleichung, eine weſentliche Verſchiedenheit beobachten. Mehrere Lehren ſind ganz neu bearbeitet, einige Theorien ganz umgeändert, die Beweiſe vieler Sätze ausführlicher gemacht, und da, wo es nöthig war, durch Zeich-

nun-

nungen erläutert worden, die man bey der vorigen Ausgabe vermißte, und die für die Zuhörer bey der Vorbereitung oder beym Nachleſen nöthig ſind. Werkzeuge habe ich indeſſen nicht abbilden laſſen, um das Buch nicht zu vertheuern; und ſie ſind auch bey einem Buche, das zu Vorleſungen beſtimmt iſt, nicht nöthig, da mit Recht vorausgeſetzt werden kann, daß der Lehrer die nöthigſten Werkzeuge in ihrer Anwendung und ihrem Gebrauche zeigen, und die Erfahrungsſätze dadurch anſchaulicher machen wird. Immer habe ich auch auf gute Beſchreibungen und Abbildungen der Werkzeuge verwieſen. Andere litterariſche Nachweiſungen ſind für diejenigen beſtimmt, welche ſich mit der nähern und umſtändlichern Ausführung derſelben beſchäfftigen wollen.

Ich

Vorrede.

Ich habe verſchiedene mir eigene Sätze behauptet, die von den gewöhnlichen Vorſtellungen abweichen. Ehe man ein Urtheil darüber fället, bitte ich ſie in ihrem weitern Zuſammenhange mit andern Lehren zu prüfen. Beſonders wird man vielleicht meine Sätze von der Trägheit in der reinen Bewegungslehre anſtößig finden; man wird aber auch bey einer vorurtheilsfreyen Unterſuchung leicht wahrnehmen, daß ſie den bisherigen Grundſätzen der Mechanik gar keinen Eintrag thun, die es nur mit widerſtehenden, nicht mit trägen Körpern (im metaphyſiſchen Sinne) zu thun hat. Ueberhaupt gehören die erſten Grundſätze der reinen Bewegungslehre vor den Richterſtuhl der Metaphyſik, und nicht der Mechanik. Ich werde mich übrigens in Anſehung meh-

rerer unterſcheidender Sätze in keine Streitigkeiten einlaſſen, ſondern das Publicum und die Zukunft entſcheiden laſſen. Es iſt ja nicht ohne Nutzen für das Reich der Wiſſenſchaften, wenn der Gang der Vorſtellungen derer, die es bebauen, nicht immer gleichförmig und übereinſtimmend iſt. Halle den 10. April 1793.

F. A. C. Gren.

Grundriß der Naturlehre.

Einleitung.

§. 1.

Natur heißt der Inbegriff aller Eigenſchaften eines Dinges. Die Eigenſchaften ſind das, was ein Ding zu den Wirkungen fähig macht, die es äußert.

Rob. Boyle tr. de ipſa natura, ſive libera in receptam naturae notionem disquiſitio. Genev. 1688. 4. und in der lateiniſchen Ueberſetzung ſeiner *Operum*, eb.

Sonſt verſteht man auch unter dem Worte, Natur, die erſte Grundurſach der Erſcheinungen in der Welt, oder die hervorbringende Urſache der Dinge und ihrer Wirkungen, und darauf beziehen ſich die Ausdrücke: die Natur bringt hervor, die Natur thut dies und jenes, u. ſ. w. Dies war die *natura naturans* der Scholaſtiker. Ferner braucht man das Wort, Natur, auch gleichbedeutend mit dem Worte, Welt; und darauf beziehen ſich die Redensarten: Man trifft in der ganzen Natur dies und das nicht an, u. d. m. In dieſem Sinne iſt es die *natura naturata* der Scholaſtiker.

Natürlich, künſtlich, unnatürlich (praeter naturam), widernatürlich (contra naturam), und wunderbar. Bedeutung und Unterſchied dieſer Worte.

§. 2. Alle erſchaffene Dinge ſind entweder materielle oder immaterielle. Der Inbegriff jener

heißt die Körperwelt oder Sinnenwelt; dieſer die Geiſterwelt. Die Naturlehre, (Naturkunde, Naturwiſſenſchaft,) (phyſiologia, philoſophia naturalis) wäre alſo, im eigentlichen und ausgebreitetſten Verſtande: die Wiſſenſchaft von den Eigenſchaften und den davon abhängenden Wirkungen der erſchaffenen Dinge. Sie würde ſich alſo nicht nur auf Gegenſtände der äußern Sinne, ſondern auch auf denkende Weſen erſtrecken.

§. 3. Im gewöhnlichen und engern Sinne begreift die Naturlehre nur die materiellen Gegenſtände der Welt, ſo weit wir ſie kennen; und in dieſer Bedeutung nehmen wir ſie hier. Sie iſt alſo die Wiſſenſchaft von den Eigenſchaften der Dinge der Sinnenwelt.

§. 4. Unſere Erkenntniß iſt entweder hiſtoriſch, oder ſie iſt rationell. Die hiſtoriſche Naturlehre iſt Aufzählung der Gegenſtände der Sinnenwelt, welche ſind, oder geweſen ſind. Das erſtere wäre Naturbeſchreibung, im weitläufigern Sinne, die nicht nur die natürlichen Körper der ſogenannten drey Reiche der Natur, ſondern auch die allgemein verbreiteten einfachen Stoffe, ſo weit wir ſie kennen, und die Geſtirne unter ſich begreifen würde; die zweyte wäre Geſchichte der Natur, welche die Veränderungen, die unſere Sinnenwelt erlitten hat, erzählte, wovon wir aber nur Bruchſtücke haben.

§. 5. Es iſt der Hauptzweck der Naturbeſchreibung (§. 4.), die weſentlichen Kennzeichen aufzuſuchen, durch welche die natürlichen Körper von einander unterſchieden werden. Wegen des weiten

Um-

Umfangs ihres Gebiets trennt man ſie in verſchiedene Theile, und handelt die hiſtoriſche Kenntniß der natürlichen Körper der Reiche der Natur in der ſogenannten Naturgeſchichte, die der einfachen Stoffe in der Chemie, und die der Geſtirne in der Aſtrognoſie ab.

§. 6. Wir ſchränken uns hier auf die rationelle Kenntniß (§. 4.) der Gegenſtände der Sinnenwelt ein, welche die Phyſik oder Naturlehre (Phyſica) im engern Sinne ausmacht, und die Veränderungen der materiellen Dinge, ihren Urſachen nach, zum Zweck hat.

§. 7. Alle materielle Dinge dieſer Welt ſind mit Kräften gegen einander begabt, und durch dieſelben gegen einander in Beziehung und im Zuſammenhange. Sie ſind vermöge dieſer Kräfte gegen einander in Ruhe oder in Bewegung, und wir finden bey näherer Betrachtung einen ſteten Wechſel von aufgehobenem und wiederhergeſtelltem Gleichgewicht. Immer wirken Urſachen, die das Gleichgewicht der Kräfte ſtören, und ſo Bewegung und Thätigkeit hervorbringen. Die Erfahrung lehrt es, und wir finden, daß in der Körperwelt Veränderungen vorgehen, Veränderungen des Orts, der Lage, und der Bewegung; ferner, daß wir Veränderungen hervorbringen können, dadurch, daß wir die Körper in andere Umſtände verſetzen. Dieſe Veränderungen des Zuſtandes, welche die Dinge unſerer Welt durch ihre Wirkungen auf einander, entweder von ſelbſt, oder durch unſer Zuthun, hervorbringen, nennen wir Naturbegebenheiten, oder Erſcheinungen (Phaenomena). Die Urſachen dieſer Naturbegeben-

benheiten aufzuſuchen und anzugeben, dies iſt eben der Zweck der rationellen Naturlehre (§. 6.).

§. 8. Die Naturlehre muß nun, um die Naturbegebenheiten (§. 7.) zu erklären, d. h. die Urſachen von den Veränderungen anzugeben, die Eigenſchaften der Stoffe aufſuchen, welche den zureichenden Grund dieſer Wirkungen enthalten (§. 1.). Bey dieſen Entwickelungen der Urſachen von den Naturbegebenheiten kommt ſie endlich auf ſolche zurück, die nicht mehr ein Gegenſtand unſerer ſinnlichen Wahrnehmung ſind, und die daher außer den Gränzen unſerer Erkenntniß liegen. Sie muß bey dieſen einfachen Urſachen, als Grundkräften, ſtehen bleiben, wozu ſie die Schranken unſerer Erfahrungserkenntniß berechtigen. Von dieſen letzten Urſachen kennen wir nur die Wirkungen, nicht die wirkende Urſach an ſich. Alle Speculationen und alles Dogmatiſiren über dieſe letzten Grundurſachen hat die Wiſſenſchaft nicht im mindeſten gefördert; und wenn es auch gleich möglich, und ſogar auch wahrſcheinlich ſeyn möchte, daß die, welche wir für Grundurſachen halten, noch zuſammengeſetzt ſeyn können, ſo müſſen wir uns doch bey ihnen beruhigen, ſo lange uns zu ihrer Zergliederung alle Erfahrung verläßt.

Das Aufſteigen des Waſſers in dem Stiefel der Saugpumpe iſt eine Naturbegebenheit (nach §. 7.). Sie wird erklärt durch den Druck der Luft; denn in dieſem liegt der zureichende Grund dieſer Veränderung. Die Luft ſelbſt aber drückt durch die Schwere ihrer Theile, und die Urſach dieſer Schwere, oder die Schwerkraft liegt außer den Gränzen unſerer ſinnlichen Wahrnehmungen. Wir bleiben daher bey ihr, als einer Grundurſach, oder einer Grundkraft ſtehen, deren Wirkung wir nur erfahren, die wir aber an ſich ſelbſt nicht erkennen können.

§. 9. Alle Naturbegebenheiten geſchehen nach gewiſſen und unabänderlichen Regeln in der Körperwelt, und die Wirkungen erfolgen immer auf einerley Art, wenn ſich die Körper in einerley Umſtänden befinden. Die Beſtimmungen dieſes beſtändigen Erfolgs der Wirkungen bey Körpern unter einerley Umſtänden nennt man **Naturgeſetze** (leges naturae). Sie ſind freylich nur Folgerungen, welche wir aus den Wirkungen der Körper ziehen, oder Geſetze, welche wir in die Körperwelt eintragen. Nur die Wirkungen ſind in der Natur, die Geſetze dazu legt unſer Verſtand hinein. Die Kenntniß dieſer Naturgeſetze iſt indeſſen für uns von der größeſten Wichtigkeit und vom größeſten Nutzen. Sie verſchaffen uns eine allgemeinere Ueberſicht der Phänomene, bringen Einheit in unſere Vorſtellungen, und belehren uns von dem, was geſchehen kann und wird, oder nicht wird, wenn dieſe oder jene Umſtände eintreten. Indeſſen muß man zugeben, daß, wenn man die Naturbegebenheiten auf allgemeinere Naturgeſetze zurückführt, dies noch nicht dieſelben erklären (§. 8.) heißt; oder daß Kenntniß der Naturgeſetze noch nicht Kenntniß aus Urſachen iſt. Beide thun aber auch einander keinen Eintrag, und es bleibt dem ohngeachtet wahr, daß die Kenntniß der Geſetze der Natur mehr werth iſt, als Erklärungen aus Hypotheſen, und daß wir in ſehr vielen Fällen beſſer thun, uns erſt um dieſe Geſetze zu bekümmern, ehe wir es wagen dürfen, nach den Urſachen zu forſchen. Der Nutzen der Kenntniß der Naturgeſetze fließt aus ihrer Allgemeinheit und Beſtändigkeit.

Als Beyſpiele zur Erläuterung dienen hier: die Zeit des Trächtigſeyns der Thiere; das Geſetz der Brechung des Lichts; das Verhältniß, das hierbey zwiſchen dem

Sinus

Sinus des Einfallswinkels, und dem des gebrochenen Winkels ſtattfindet; das Geſetz des Falles der ſchweren Körper im leeren Mittel; das hydroſtatiſche Geſetz; das Reflexionsgeſetz; das Geſetz des Anziehens ungleichnamiger Pole des Magnets; des Abſtoßens gleichnamiger Pole deſſelben, u. d. m.

Beyſpiele des Nutzens für die Ausübung geben: die Anwendung des Geſetzes der Leitung der electriſchen Materie zu Gewitterableitern; die Anwendung der Kenntniß der Verwandtſchaftsgeſetze in der Chemie, u. a.

§. 10. Bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten erforſcht die Naturlehre die Eigenſchaften der Dinge, welche den Grund von jenen in ſich enthalten, auf eine doppelte Weiſe, theils durch **Erfahrungen** (experientiâ), theils durch **Folgerungen und Vernunftſchlüſſe** (ratiocinio), die ſie aus den Erfahrungen zieht.

§. 11. Erfahrungen (§. 10.) heißen die Wahrnehmungen der Veränderungen an den Materien unſerer Welt durch unſere Sinne. Wir laſſen hiebey die Dinge entweder in dem Zuſtande, worin ſie ſich ohne unſer Zuthun befinden, und dann heißt die Erfahrung eine **Beobachtung** oder **Bemerkung** (obſervatio); oder wir verändern dabey vorſetzlich ihren Zuſtand, und laſſen ſie bey veränderten Umſtänden andere Wirkungen äußern, die ſie für ſich ſelbſt nicht hervorgebracht haben würden; in dieſem Fall nennt man die Erfahrung einen **Verſuch** (experimentum).

§. 12. Durch Verſuche lernen wir Wirkungen und Kräfte der Dinge kennen, die wir durch bloße Beobachtungen vielleicht nie würden wahrgenommen haben, und dringen durch ſie tiefer in die Natur der Körper ein. Sie verleiten aber auch, zumal wenn ſie ſehr verwickelt ſind, viel leichter zu Irrthü-

mern

mern als bloße Beobachtungen. Mangel an Beobachtungen macht Verſuche nothwendig; aber die Verſuche müſſen auch auf Beobachtungen zurückführen, wenn ſie alle Phänomene unter einander verbinden, und die allgemeinſten Urſachen entwickeln ſollen. Bey manchen Dingen iſt die Erfahrung durch Verſuche unmöglich.

§. 13. Die Mittel, durch welche wir Erfahrungen anſtellen, und die Veränderungen mit den Sinnen wahrnehmen, oder der Unvollkommenheit unſerer Sinne zu Hülfe kommen, heißen **Werkzeuge, Inſtrumente.** Man begreift ſie zuſammen unter dem Namen des **phyſiſchen Apparats** (ſupellex phyſica). Einfachheit, Genauigkeit und Reinlichkeit ſind nothwendige Erforderniſſe derſelben.

§. 14. Zur Anſtellung der Erfahrung wird eine gute Beſchaffenheit der Sinnorgane, die Antwendung mehrerer Sinne (wenn ſie Statt haben kann), Aufmerkſamkeit auf alle Umſtände, um nichts zu überſehen, die ſtrengſte Genauigkeit, Vorſicht, Mangel an Vorurtheil, Unparteylichkeit, und endlich Vollkommenheit der Werkzeuge erfordert. Die Abänderung der Verſuche iſt von dem größten Nutzen, und ſchützt uns deſto ſicherer vor Irrthümern.

§. 15. Bloße Erfahrungen können keinen Nutzen haben, wenn nicht Folgerungen und Schlüſſe auf die Natur des unterſuchten oder wahrgenommenen Gegenſtandes daraus hergeleitet werden können. Der **Naturforſcher** muß daher auch aus den Erfahrungen, die über die Dinge angeſtellt worden ſind, durch richtige Schlüſſe die Natur der Körper beſtimmen und die Urſachen der Naturbegebenheiten ent-

entwickeln; dann aber auch ſeine Folgerungen durch Verſuche und Beobachtungen, auch unter abgeänderten Umſtänden, zu beſtätigen ſuchen. Er muß zuerſt die Eigenſchaften der Stoffe **analytiſch** erforſchen, und dann aus ihrer Verbindung unter einander **ſynthetiſch** die Folgerungen machen, die zur Erklärung der Veränderungen und der Naturbegebenheiten dienen. Er verdient den Namen eines **Naturphiloſophen**, wenn er bey den Erklärungen der mannigfaltigen Naturbegebenheiten ſie bis auf die einfachſten Grundurſachen zurückführen kann.

Franc. Bac. de Verulamio de interpretatione naturae; in ſeinen *Operibus. Lipſ.* 1694. *fol.* S. 264 ff. *Torb. Bergmann* de indagando vero; in ſeinen *Opuſc. phyſ. chemic. Vol. I. Holm et Lipſ.* 1779. 8. im *Introitu. J. Sennebier* l'art d'obſerver. à Geneve 1775. T. I. II. Die Kunſt zu beobachten, von J. Sennebier, a. d. Fr. von Gmelin. Leipz. 1776. T. I. II. 8. *Carrard* art d' obſerver. à Amſterdam 1777. 8.

§. 16. Die Erklärungen, die weder auf Erfahrungen, noch auf richtigen Vernunftſchlüſſen beruhen, dürfen ſchlechterdings nicht ſtattfinden. Da wir aber bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten nicht immer alle wirkende Urſachen ſinnlich wahrnehmen und unterſuchen können, ſo nöthigt uns in dieſem Falle die Befriedigung des Bedürfniſſes unſeres Geiſtes, eine Urſache im Voraus anzunehmen, aus der wir die beobachteten Wirkungen folgern. Dieſe Erklärungsart heißt die **hypothetiſche**, und iſt der **categoriſchen** entgegengeſetzt, wo man auf ſinnlich zu erweiſende Urſachen zurückgeht.

§. 17. Nur der Misbrauch der Hypotheſen iſt verwerflich; der gehörige und kluge Gebrauch derſelben iſt oft nützlich. Sie geben nicht ſelten Gele-

gen-

genheit zu neuen und abgeänderten Verſuchen, und bieten alſo Stoff zur Erweiterung unſerer Kenntniß und zur Erforſchung der Eigenſchaften der Körper dar; und es iſt nicht zu leugnen, daß ſie ſelbſt zur Erfindung der Wahrheit, und zur Vervollkommnung der Naturlehre beygetragen haben. Nur muß man bey der hypothetiſchen Erklärungsart zugeſtehen, daß ſie nichts weiter, als hypothetiſch iſt.

§. 18. Eine Hypotheſe muß, wenn ſie zur Erklärung zugelaſſen werden ſoll, auf Verſuchen oder Beobachtungen beruhen, zur vollſtändigen und ungezwungenen Erklärung der Naturbegebenheiten hinreichen, und keinem andern ausgemachten und allgemeinen Naturgeſetze widerſprechen. Dieſe Eigenſchaften beſtimmen ihre Wahrſcheinlichkeit, und dieſe ſteigt bis zur höchſten Stufe, wenn alle und jede Folgerungen daraus hergeleitet und die Unmöglichkeit einer jeden andern Vorausſetzung dargethan werden kann. Die **analogiſchen** Erklärungen ſind oft nützlich, aber ſehr leicht trügeriſch, und alſo nur mit der größten Vorſicht anzuwenden.

§. 19. Bey den Erklärungen ſind folgende Regeln (*regulae Newtonianae*) zu beobachten: 1) **Keine andere Urſachen ſind für wahr zu halten, als welche zur ungezwungenſten, einfachſten und verſtändlichſten Erklärung einer Naturbegebenheit nothwendig und hinreichend ſind.** Die Urſachen aber ſind wahr, a) wenn ſie ſinnlich in der Natur zu erweiſen ſind, und es ausgemacht iſt, daß ſie bey der beobachteten Naturbegebenheit zugegen waren, alle andere Urſachen aber dabey offenbar ausgeſchloſſen werden; b) wenn das Phänomen

nomen nicht bloß möglicher Weiſe, ſondern offenbar daraus fließt; c) wenn unter abgeänderten Umſtänden eben dieſelbige Urſach auch dieſelbigen Phänomene hervorbringt; und d) endlich, wenn bey der Weganahme der Urſach das Phänomen wegfällt.

Erläuterung durch das Beyſpiel vom Aufſteigen des Waſſers vermittelſt des Drucks der Luft in Saugpumpen. *Petr. v. Muſchenbroek* introd. ad philoſ. nat. L. B. 1761. 4. §. XXXI.

§. 20. 2) **Würkungen von einerley Art müſſen auch einerley Urſach zugeſchrieben werden.** Hierbey muß man ſich aber hüten, von der Aehnlichkeit und der Uebereinſtimmung gewiſſer Umſtände verſchiedener Phänomene auf die Identität ihrer Urſach zu ſchließen, und oft hält es ſchwer, das Zufällige, was die Aehnlichkeit macht, von dem Weſentlichen zu unterſcheiden.

Muſchenbroek a. a. O. §. XXXIV.

§. 21. 3) **Die Eigenſchaften der Körper, welche keiner Abänderung fähig ſind, und die man bey allen Körpern, mit denen man Verſuche anſtellen kann, antrifft, ſind für allgemeine Eigenſchaften der Körper zu halten.**

Muſchenbroek a. a. O. §. XXXV.

§. 22. 4) **Die aus den Phänomenen durch Induction geſammleten Sätze müſſen wir, ohngeachtet der entgegenſtehenden Hypotheſen, für völlig wahr, oder ſehr nahe für wahr halten, bis wir auf andere Phänomene treffen, durch die ſie entweder noch genauer gemacht, oder Ausnahmen unterworfen werden.**

Muſchenbroek a. a. O. §. XXXVI.
Iſaac Newton Philoſoph. natural. princip. mathem. L. III.

§. 23.

§. 23. Zur philoſophiſchen Erklärung der natürlichen Begebenheiten und Wirkungen der Materie, wird außer der nöthigen hiſtoriſchen Kenntniß der Körper erfordert, daß man die ungleichartigen Beſtandtheile der Körper, und die einfachen Stoffe überhaupt, die Art und Weiſe ihrer Vereinigung, und ihre Verhältniſſe unter einander kennt; und dann endlich, daß man die Größe ihrer Kraft gehörig ermeſſen kann. Die Naturgeſchichte, die Chemie, und die Mathematik werden alſo die Grundlage, auf welche man das Gebäude der philoſophiſchen Naturlehre errichten muß.

§. 24. Auf dieſe Art wird dann die Naturlehre, ſo unvollkommen ſie auch noch iſt, zu der nützlichſten Wiſſenſchaft erhoben, die unſerm Verſtande Nahrung, und unſerm phyſiſchen Zuſtande Vortheil verſchaffen kann. Sie giebt die unverkennbarſten Fingerzeige von dem Daſeyn eines allmächtigen, weiſen und gütigen Weſens, reißt uns unwiderſtehlich zur Bewunderung deſſelben hin, und erhöhet unſern Glauben an daſſelbe; ſie macht uns näher mit uns ſelbſt bekannt; ſie lehrt uns die Körper kennen, deren wir uns täglich zu unſerm Unterhalte bedienen; ſie zeigt uns den Nutzen mehrerer für unſere Geſundheit, und lehrt uns den Nachtheil anderer für uns gehörig meiden; ſie giebt Mittel an die Hand, die natürlichen Dinge zur Nothdurft und Bequemlichkeit des Lebens anzuwenden; ſie unterhält uns auf die angenehmſte Weiſe, und ſchafft Vergnügen; ſie zerſtört am kräftigſten die Feſſeln des Aberglaubens, ſchützt uns vor thörichten Folgen deſſelben; und endlich, (was kein unbeträchtlicher Nutzen iſt!) ſie führt uns eben ſo zur Demuth und Beſcheidenheit,

und zeigt uns, daß unſer Wiſſen **höchſt eingeſchränkt** iſt, als ſie uns zur weitern Anſtrengung unſerer Verſtandeskräfte immer mehr und mehr ermuntert, und Gelegenheit darbietet.

§. 25. Da die Naturlehre eine **gemiſchte** Wiſſenſchaft iſt, ſo darf ihr Lehrvortrag ſich nicht bloß auf ſpeculative Betrachtungen einſchränken, ſondern er muß intuitive Kenntniſſe ertheilen, die Lehrſätze aus Erfahrungen herleiten und durch Verſuche beweiſen. Die richtige Verbindung der **empiriſchen** mit der **ſpeculativen** oder **theoretiſchen Phyſik** macht erſt das Lehrgebäude vollſtändig. Am nützlichſten ſcheint mir die Methode, nach welcher man bey dem Vortrage die Theorie mit den Verſuchen verwebt.

§. 26.

Geſchichte der Naturwiſſenſchaft.

Spuren phyſikaliſcher Wiſſenſchaften bey den Völkern des höchſten Alterthums, den **Hindus**, den **Babyloniern** oder **Chaldäern**, **Perſern**, und **Aegyptern**. — Data, als Beweiſe der wiſſenſchaftlichen phyſikaliſchen Kenntniſſe eines Volkes der Urwelt. Verfall dieſer Kenntniſſe bey den vorgenannten Völkern.

Wenige Fortſchritte der Naturlehre bey den **Griechen**, und Hinderniſſe derſelben durch übertriebene Erklärungsſucht und Speculation, und Mangel an Experimental-Unterſuchungen. **Thales** (um das J. d. W. 3400), **Pythagoras** (3475), **Democritus** (3500), **Plato** (3638), **Ariſtoteles** (3664), und die **Peripatetiker**; **Epikur** (3900). Stiftung der Schule zu **Alexandrien**. Große Vervollkomm-

nung

nung der Mathematik und Aſtronomie bey den Griechen in dieſer Schule: Euklides (300 J. vor C. G.), Hipparchus (160 J. vor C. G.), Ptolomäus (im 2. Jahrh. nach C. G.); Archimedes zu Syracus (250 J. vor C. G.).

Geringer Fortgang der wiſſenſchaftl. Naturlehre bey den Römern. Lucrez (im 1. Jahrhundert vor C. G.), Seneca und Plinius der ältere (im 1. Jahrh. nach C. G.).

Verfall der Naturlehre und der Weltweisheit überhaupt beym wachſenden Verfall des römiſchen Reichs. Kabbaliſtiſche und gnoſtiſche Philoſophie. Neuplatoniſche Philoſophie. Myſtik. Alchemie.

Erhaltung und Bearbeitung mathematiſcher, aſtronomiſcher und chemiſcher Kenntniſſe bey den Arabern (vom 9. J. nach C. G. an).

Traurige Beſchaffenheit der Naturwiſſenſchaft in den abendländiſchen Reichen, vom Einfall der kriegeriſchen nördlichen Völker ins römiſche Reich im 5ten Jahrh. nach C. G. bis zur allmäligen Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im 15. Jahrh. Scholaſtiſche Philoſophie. Einige wichtige practiſche Entdeckungen dieſes Zeitraums, des Compaſſes, der Brillen, des Schießpulvers. Fortſchritte einzelner mechaniſchen Künſte und Operationen. Albrecht der Große (im 13. Jahrh.), Flavio Giojas (im 14. Jahrh.).

Urſprung der Experimental-Phyſik. Schleunige Fortſchritte der wiſſenſchaftl. Kenntniß der Naturlehre: Nicol. Copernicus (geb. 1472, geſt. 1543); Tycho de Brahe (geb. 1546, geſt. 1601); Franz Baco von Verulam (geb. 1560, geſt. 1626); Galileo

lileo Galilei (geb. 1564, geſt. 1641); Joh. Kepler (geb. 1571, geſt. 1630); Peter Gaſſendi (geb. 1592, geſt. 1655); Willebrord Snellius (geb. 1591, geſt. 1626); Renat des Cartes (geb. 1596, geſt. 1650); Evangeliſta Torricelli (geb. 1618, geſt. 1647); Otto von Guerike (geb. 1602, geſt. 1686); Rob. Boyle (geb. 1626, geſt. 1691); Gottfr. Wilh. Leibnitz (geb. 1646, geſt. 1716); Iſaac Newton (geb. 1642, geſt. 1727.).

Neuerer Zeitraum. Erweiterung der Lehre von der Electricität. Fortſchritte der Naturlehre durch Vervollkommnung der Chemie. Entdeckungen in der Lehre von der Luft und den expanſiblen Flüſſigkeiten. Verdienſte der Neuern; herrſchende Mängel; Hinderniſſe, die ihren Fortſchritten entgegen ſind.

Es fehlt uns noch eine ausführliche und zuſammenhängende Geſchichte der Naturwiſſenſchaft. Das Werk des Hrn. *de Loys: Abregé chronologique pour ſervir à l'hiſtoire de Phyſique*, à Strasbourg, T. I.—IV. 1786—89. 8. fängt erſt mit Galilei vom J. 1589 an; die Ordnung deſſelben iſt nicht muſterhaft, und die nöthige Critik wird oft vermißt.

§. 27.

Verzeichniß einiger phyſikaliſcher Schriften.

1) Syſteme und Lehrbücher.

1) *Iſaac Newtoni* philoſophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4. 1726. 4.

Eadem perpetuis commentariis illuſtrata, ſtudio P. P. *Thomae le Sueur* et *Franc. Jacquier*. Genevae T. I. — IV. 1739. 4. 1750. 4.

Eadem

Eadem commentationibus illuſtrata potiſſimum *Ioannis Teſſanck* et quibusdam in locis veterioribus *Th. le Sueur* et *Fr. Jacquier* aliter propoſitis. T. I. Pragae 1780. 4.

2) Phyſices elementa mathematica, experimentis confirmata, auct. *Guil. Iac. S' Graveſande.* Leidae 1719. 4. 1744. T. I. II. 4. ed. 3a.

3) Chriſt. Wolfs Verſuch zu genauerer Kenntniß der Natur und Kunſt. Halle 1721—1723. B. I—III. 8.

4) *Petr. van Muſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. T. I. II. gr. 4.

5) Leçons de Phyſique experimentale, par Mr. l'Abbé *Nollet.* à Paris 1743. u. f. T. I—VI. 8.

Des Herrn Abts J. A. Nollet Vorleſungen über die Experimental-Naturlehre. Aus d. Franz. Erf. 1749—1764. Th. 1—6. 8.

6) Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre. Göttingen 1746. 8. 1754. 8. 1770. 8.

7) Praelectiones in Phyſicam theoreticam, conſcriptae a *Geo. Wolfg. Krafft.* Tubing. 1750. 8. in Phyſicae partes mechanicas. P. II. 1751. 8. in Phyſicae partes opticas et his cognatas. P. III. 1754. 8.

8) Joh. Pet. Eberhards erſte Gründe der Naturlehre. Halle 1752. 8. 5te Auflage 1787. 8.

9) Leçons de Phyſique experimentale, par M. *Sigaud de la Fond.* à Paris 1767. T. I. II. 12.

Anweiſung zur Experimental-Phyſik, a. d. Fr. des Hrn. Sigaud de la Fond. Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.

Ebendeſſelben Elemens de phyſique theorique et experimentale. à Paris 1777. T. I—IV. 8.

10) Anfangsgründe der Naturlehre, von Joh. Chriſt. Polyk. Erxleben. Göttingen 1772. 8. 1777. 8. mit Zuſätzen von G. C. Lichtenberg. 1784. 8. 1787. 8. 1791. 8.

11) Wenzesl. Joh. Guſtav Karſten Anfangsgründe der Naturlehre. Halle 1780. 8. Zweyte Auflage von F. A. C. Gren. Halle 1790. 8.

12) Ebendeſſelben Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8.

13) Ebendeſſelben kurzer Entwurf der Naturwiſſenſchaft. Halle 1785. 8.

14) *T. G. Kratzenſteins* Vorleſungen über die Experimentalphyſik. 6. Auflage. Kopenhagen 1787. 8.

15) Elemens de Phyſique en forme de Tables, par M. *Schurer*. à Strasbourg 1786. 8. T. I.

16) *I. H. van Swinden* poſitiones phyſicae. Harderovici T. I. 1786. T. II. 1787. gr. 8.

17) Grundlage zu meinen Vorleſungen über die Experimentalphyſik, von Marcus Herz. Berlin 1787. 8.

18) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft, von Immanuel Kant. 2te Auflage. Riga 1787. 8.

19) Geo. Sim. Klügels Anfangsgründe der Naturlehre in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie. Berlin und Stettin 1792. 8. und in deſſen Encyklopädie, 2te Auflage, Th. II. Berlin und Stettin 1792. 8.

20) Vorleſungen über die Experimentalphyſik, von F. C. Achard. Th. I—IV. Berlin 1791. 8.

2) Wörterbücher.

Phyſikaliſches Wörterbuch, oder Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtwörter der Naturlehre in alphabetiſcher Ordnung, von Joh. Sam. Traugott Gehler. Th. I. Leipzig 1787. Th. II. 1789. Th. III. 1790. Th. IV. 1791. 8.

3) Vermiſchte Schriften.

1) *Franc. Bacon. de Verulamio* opera omnia, opera *Simon. Ioh. Arnoldi.* Lipſ. 1694. fol.

2) *Robert. Boyle* opera varia. Genevae 1680. 4. cum appendic. 1682—1688.

3) *Chriſt. Hugenii* opera varia, cura *Guil. Iac. S' Graveſande.* T. I. II. Lugd. Bat. 1724. 4.

Ejusd. opera reliqua. T. I. II. Amſtelod. 1728. 4.

4) *Petri van Muſchenbroek* phyſicae experimentales et geometricae diſſertationes. Lugd. Bat. 1729. 4.

5) Tentamina experimentorum naturalium captorum in academia del Cimento, edit. a *Petr. van Muſchenbroek.* Lugd. Bat. 1731. 4.

6) *Leon.*

6) *Leon. Euleri* opuſcula varii argumenti. T. I—III. Berol. 1746. 1750. 1751. 4.

(Ebendeſſelben) Lettres à une princeſſe d'Allemagne ſur divers ſujets de phyſique et de philoſophie. T. I—III. à Mitau 1770—1774. 8. Nouv. Edit. par M. *de Condorcet* et *de la Croix*. à Paris T. I. 1787. T. II. 1788. gr. 8.

Briefe an eine deutſche Prinzeſſin über verſchiedene Gegenſtände aus der Phyſik und Philoſophie. I—III. Th. Leipzig 1769—1774. gr. 8. Neue Ausgabe von Fr. Kries. B. I. Gotha 1792. gr. 8.

7) *Abr. Gotth. Kaeſtner* diſſertationes mathematicae et phyſicae. Altenb. 1771. 4.

8) Recherches ſur les modifications de l'atmoſphere, par *Jean André de Luc*. T. I. II. à Geneve 1772. gr. 4.

J. A. de Luc Unterſuchungen über die Atmoſphäre, und die zu Abmeſſung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge. a. d. Franz. Th. I. II. Leipzig 1776. 1778. 8.

9) Ebendeſſelben Idées ſur la meteorologie. T. I. II. à Londres 1786. 8.

Neue Ideen über die Meteorologie, von J. A. de Luc. a. d. Fr. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. 8.

10) Voyages dans les Alpes, par *Horace Bened. de Sauſſure*. T. I—IV. à Geneve 1780—1786. gr. 8.

Horat. Bened. von Sauſſure Reiſen durch die Alpen. a. d. Franz. Leipzig 1781—1788. B. I—IV. 8.

11) Fr. Carl Achards chymiſch-phyſiſche Schriften. Berlin 1780. 8.

12) Ebendeſſelben Sammlung phyſikaliſcher und chymiſcher Abhandlungen. B. I. Berlin 1784. 8.

13) *Torb. Bergmann* opuſcula phyſica et chemica. Vol. I. II. Holm. Upſal. et Aboae 1779—1780. 8. Vol. III. ebendaſ. 1783. und Lipſ. 1786. gr. 8. Vol. IV—VI. edid. *Ern. Benj. Gottl. Hebenſtreit*. Lipſ. 1787. 1788. 1790. gr. 8.

14) *Carol. Guil. Scheele* opuſcula chemica et phyſica, ed. *Ern. Benj. Gottl. Hebenſtreit*. Vol. I. II. Lipſ. 1788. 1789.

15) Experiments and obſervations on different Kinds of Air, by *Ioſ. Prieſtley.* Lond. 1774. 8. Sec. edit. 1775. 8. Vol. II. 1775. Vol. III. 1776. 8.

Dr. Joſ. Prieſtleys Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft. a. d. Engl. Th. I. Wien und Leipzig 1778. 8. Th. II. 1779. Th. III. 1780.

16) Ebendeſſelben Experiments and obſervations relating to various branches of natural Philoſophy; with a continuation of the obſervations on air. Lond. 1779. Vol. II. Birmingh. 1781. 8. Vol. III. Birmingh. 1786. 8. (Der Herr Verf. führt dies Werk als eine Fortſetzung des vorigen an. Eine neue Ausgabe beider zuſammen in 3 B. iſt zu London 1790. vom Verf. herausgegeben.)

Dr. Joſ. Prieſtley Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturlehre. a. d. Engl. Leipzig 1780. B. II. Wien und Leipzig 1782. 8.

17) Opuſcules phyſiques et chymiques, par M. *Lavoiſier.* T. I. II. à Paris 1774. 8.

Herrn Lavoiſier phyſikaliſch-chemiſche Schriften. a. d. Franz. von Chr. Ehrenfr. Weigel. B. I. Greifswalde 1783. 8. B. II. 1785. 8. — aus dem Franzöſiſchen geſammlet und überſ. mit Anmerk. von ebendemſelben. B. III. Greifswalde 1785. 8. von H. F. Link. B. IV. Greifswalde 1792. 8.

18) Joh. Ingenhouß vermiſchte Schriften, phyſiſch-mediziniſchen Inhalts; überſetzt und herausgegeben von Nikl. Karl Molitor. Wien 1782. 8. Neue, ſehr vermehrte Auflage. B. I. II. Wien 1784. 8.

19) Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, von einigen Liebhabern dieſer Wiſſenſchaften. B. I. Leipzig 1779. 8. B. II. 1782. B. III. 1787. B. IV. 1792. 8.

20) Opuſcoli fiſico-chimici del Cavaliere *Marſilio Landriani.* Milano 1781. 8.

4) Magazine und Journale.

1) Hamburgiſches Magazin, oder geſammlete Schriften zum Unterricht und Vergnügen aus der Naturforſchung

ſchung und den angenehmen Wiſſenſchaften überhaupt. B. I — XXVI. Hamburg 1747 — 1763. 8.

Neues Hamburgiſches Magazin. Hamburg 1767. u. f. 8.

2) Obſervations ſur la Phyſique, ſur l'Hiſtoire naturelle, et ſur les Arts, par M. l'Abbé *Rozier* — M. *Mongez*, et *de la Metherie*. T. I. à Paris 1773. — T. XL. 1792. 4. (wird fortgeſetzt.)

3) Bibliotheca fiſica d'Europa, di *L. Brugnatelli*. Pavia. T. I — XII. 8. (wird fortgeſetzt.)

4) Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, herausgegeben von Lichtenberg. B. I — III. Gotha 1781 — 86. Fortgeſetzt von Voigt. B. IV. 1786. — B. VII. 1792. 8. (wird fortgeſetzt.)

5) Lor. Crell Chemiſches Journal. Th. I. Lemgo 1778. — Th. V. 1780. 8.

6) Ebendeſſelben neueſte Entdeckungen in der Chemie. Th. I. Leipzig 1781. — Th. XII. 1784. 8.

7) Ebendeſſelben chemiſche Annalen. Helmſt. und Leipzig 1784. 8. (Wird fortgeſetzt, und es erſcheinen jährlich zwey Bände.)

8) Ebendeſſelben Beyträge zu den chemiſchen Annalen. B. I. Helmſt. und Leipzig 1786. 8. — V. B. 1792. (wird fortgeſetzt.)

9) Annales de Chymie, ou Recueil de Mémoires concernant la Chymie et les Arts, par M. *de Morveau*, *Lavoiſier*, *Monge*, *Berthollet*, *de Fourcroy*, le *Baron de Dieterich*, *Haſſenfratz* et *Adet*. Tome I. à Paris 1789. — T. XIII. 1792. 8. (wird fortgeſetzt.)

10) Journal der Phyſik, herausgegeben von D. *Fr. Albr. Carl Gren*. B. I. Halle u. Leipz. 1790. — B. VI. 1792. 8. (wird fortgeſetzt).

§. 28. Ich theile die Naturlehre in die allgemeine (Phyſica generalis), und die beſondere (Phyſica ſpecialis) ein. In jener betrachten wir

die Materie, entweder in ſo fern ſie das Bewegliche im Raume und ohne alle inhärirende Kräfte iſt, oder in ſo fern ſie nur durch einzelne einfache Grundkräfte afficirt wird. Wir unterſuchen die Phänomene, die ſie vermöge dieſer einfachen Grundkräfte äußert, ohne auf andere damit verbundene Qualitäten Rückſicht zu nehmen. Dieſer Theil der Naturlehre könnte auch die **reine Naturlehre** genannt werden. In der **beſondern** oder **angewandten Naturlehre** hingegen beſchäfftigen uns die Materie und Körper in concreto, und wir unterſuchen hier die denſelben inhärirenden Kräfte und Eigenſchaften, die zuſammengenommen die Natur derſelben ausmachen.

Erſter Theil.

Allgemeine Naturlehre.

Erſter Abſchnitt.

Allgemeine Eigenſchaften der Materie.

§. 29.

Wir können uns nichts Körperliches anders denken, als daß es in einem **Raume** enthalten iſt, den man nach dreyerley, auf einander ſenkrecht ſtehenden Richtungen abmeſſen, oder worin man **Länge, Breite** und **Höhe** unterſcheiden kann; oder daß es **ausgedehnt** iſt. Dieſe **Ausdehnung** iſt mit der Vorſtellung jedes Körperlichen unzertrennlich verknüpft.

§. 30. Die Ausdehnung eines jeden Körpers nach der Richtung der Länge, Breite und Höhe (§. 29.) iſt mit **Flächen** begränzt, deren Lage und Stellung gegen einander die **Figur** des Körpers beſtimmt. Jeder Körper hat alſo eine Figur.

§. 31. Zu dem Weſen des Körpers gehört aber außer dieſer begränzten Ausdehnung noch etwas, welches verhindert, daß in einer und eben derſelben begränzten Ausdehnung nicht noch etwas anderes außer dem Körper ſeyn könne. Dieſes Etwas nennen wir **Materie**, und jenes Phänomen, das ſie äußert, **Undurchdringlichkeit**.

§. 32. Wenn man ſich aus der begränzten Ausdehnung eines Körpers dasjenige wegdenkt, was dieſe

dieſe Ausdehnung undurchdringlich macht, ſo daß die Vorſtellung der Ausdehnung ſelbſt noch bleibt, ſo hat man die Vorſtellung des **leeren Raums**, oder des **geometriſchen Körpers**. **Raum** iſt alſo die durchdringliche Ausdehnung, und **Materie** das, was dieſe Ausdehnung undurchdringlich macht. **Körper** iſt dieſemnach eine undurchdringliche begränzte Ausdehnung.

Wir bekümmern uns hier nicht darum, ob die Vorſtellung des Raumes bloß und allein nur ſubjective Gründe habe, und der Raum nur eine Anſchauung a priori; oder ob er nur allein ein empiriſcher, durch Erfahrung von den Körpern abgezogener, Begriff ſey. Die Unterſuchung darüber gehört in die Metaphyſik.

§. 33. Der Begriff der Ausdehnung iſt einfach, und läßt ſich nicht weiter zergliedern; und die Erklärung, daß das Ausgedehnte aus neben einander befindlichen Theilen beſtehe, will nicht mehr ſagen, als: das Ausgedehnte beſteht aus etwas, das ausgedehnt iſt. Wir geſtehen gern ein, daß wir von dem Ausgedehnten und Undurchdringlichen an ſich nichts wiſſen; ſondern daß beide nur Phänomene ſind, deren Urſach außer den Gränzen unſers Wiſſens liegt.

§. 34. Der bloße Raum (§. 32.) eines Körpers, ohne Materie gedacht, muß als eine **ſtetige Größe** (continuum) angeſehen werden, oder als **vollkommen** ausgefüllt durch ſeine Theile. Wenn wir uns aber den Raum auf dieſe Art mit Materie erfüllt vorſtellen, ſo haben wir den Begriff von einem **abſolut dichten Körper** (corpus abſolute denſum), oder von einem Körper, deſſen Raum in jedem Puncte undurchdringlich iſt. Die Erfahrung lehrt uns aber, daß die Körper nicht einerley Dichtigkeit haben, und

daß

daß auch die dichteſten, welche wir kennen, noch von andern Materien durchdrungen werden können, folglich **Zwiſchenräume** (pori) haben, die nicht mit Materie angefüllt ſeyn müſſen. Es giebt daher keinen **vollkommen dichten** Körper, und die **Dichtigkeit** (denſitas) iſt nur ein relativer Begriff. Ein Körper heißt **dichter**, wenn er weniger, und **lockerer**, wenn er mehr Zwiſchenräume hat, als ein anderer.

§. 35. Wenn kein Körper vollkommen dicht zu nennen iſt (§. 34.), ſo muß hingegen die **Poroſität** einem jeden Körper zukommen. Es giebt alſo einen **zerſtreueten leeren Raum** (vacuum diſſeminatum). Die Figur, die Größe, die Lage und Verbindung dieſer kleinſten Zwiſchenräume iſt gewiß eben ſo verſchieden, als ihre Menge bey den verſchiedenen Körpern; da ſie aber außer den Gränzen unſerer ſinnlichen Wahrnehmungen liegen, ſo läßt ſich auch darüber nichts weiter ſagen.

Rob. Boyle tentamen porologicum, ſive ad poroſitatem corporum tum animalium tum ſolidorum detegendam. Genevae 1686. 4.

§. 36. Schon der Begriff der Ausdehnung leitet uns darauf, daß die Körper aus **Theilen** beſtehen müſſen. Da wir uns nun hier, durch das Beyeinanderſeyn der Theile der Körper, noch keine Kräfte denken, durch die ſie mit einander verbunden ſind, und die folglich ihrer Trennung von einander Widerſtand leiſten könnten, ſo folgt, daß die Körper auch **theilbar** ſind, und daß dieſe **Theilbarkeit** allen und jeden Körpern zukömmt. Aber auch bey der mit Kräften begabten Materie beweiſt die Erfahrung ihre Theilbarkeit.

§. 37.

§. 37. Es fragt ſich, ob wir dieſe Theilbarkeit der Körper bis ins Unendliche annehmen dürfen? — In ſo fern wir uns auch das kleinſte Körpertheilchen nicht anders als ausgedehnt denken können, müſſen wir es freylich noch als aus neben einander befindlichen Theilen beſtehend, folglich noch als theilbar anſehen. Aber dies iſt auch nur immer Theilung des Raums, und wir können zwar Ausdehnung in Gedanken, aber nicht in der wirklichen Natur, von der Materie abſondern. Da der Raum nicht aus reellen, ſondern nur aus imaginären Theilen beſteht, ſo iſt keiner darunter der kleinſte zu nennen, und die Theilbarkeit des Raums iſt allerdings unendlich, wie ſich erweiſen läßt.

Man ziehe (Fig. 1.) die Parallellinien AB und CD; auf beide errichte man eg und fh ſenkrecht, und beſchreibe ſo das Parallelogramm efgh. Wird nun aus g die Linie gf gezogen, ſo wird das Parallelogramm dadurch in die beiden Dreyecke gef und ghf getheilt. Wenn aus eben dieſem Puncte g die Linien gk, gl, gm gezogen werden, ſo wird das Dreyeck ghf dadurch immer in kleinere Theile getheilt. Da es nun ausgemacht iſt, daß ſich die Linie AB ohne Ende verlängern läßt, und da man ferner aus dem Puncte g gegen alle Puncte der unendlich verlängerten Linie AB eine Linie ziehen kann, ohne daß ſie endlich mit CD zuſammenfiele, weil dieſe ſonſt mit AB nicht parallel wäre, welches der Vorausſetzung zuwider iſt; ſo folgt, daß das Dreyeck ghf dadurch in unendlich viele Theile getheilt, und daß dieſe Theilung ohne Ende fortgeſetzt werden könne.

Oder (Fig. 2.) man ziehe auf AB die Linie IC ſenkrecht, und beſchreibe nun mit dem Halbmeſſer DC den Bogen CK, und mit dem Halbmeſſer FC den Bogen CL. Der Augenſchein lehrt es, daß der Bogen LC der geraden Linie AB näher komme, als der Bogen CK. Der mit dem Halbmeſſer GC beſchriebene Bogen CM kömmt ihr noch näher, und der mit dem Halbmeſſer CH beſchriebene noch mehr, und ſo immer fort, je größer der Radius iſt, mit welchem der Bogen beſchrieben wird. Der Raum KCB wird dadurch immer mehr getheilt. Weil ſich nun die Linie CI nach I zu ohne Ende verlängert annehmen läßt, ſo laſſen ſich

auch mit dem ohne Ende wachſenden Radius CI durch den Punct C unendlich viele immer größer werdende Bogen ziehen, die der Linie AB immer näher kommen, ohne daß endlich ein ſolcher Bogen mit AB zuſammenfallen könne, indem er ſonſt nicht von ſeiner Tangente, und die krumme Linie nicht von der geraden unterſchieden wäre. Der zwiſchen KCB befindliche Raum wird ſolchergeſtalt ohne Ende getheilt werden können.

§. 38. Von dieſer unendlichen Theilbarkeit des Raumes gilt aber nun kein Schluß auf die unendliche Theilbarkeit der Materie im Raume. Weil wir uns jedes Körperliche nicht anders als ausgedehnt denken können, ſo wird freylich das kleinſte Körpertheilchen für uns noch kein mathematiſcher Punct ſeyn können; da aber die Materie nicht aus imaginären, ſondern aus reellen Theilen beſteht, ſo würde es einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthalten, in einem begränzten oder endlichen Raume eine unendliche Menge reeller Theile anzunehmen.

§. 39. Wir müſſen alſo in Anſehung der Theilbarkeit der Materie der Körper endlich bey Theilen ſtehen bleiben, die die kleinſten und als die Gränzen der phyſiſchen Theilung anzuſehen ſind. Dieſe allerletzten Theile der Materie, die nicht weiter phyſiſch theilbar ſind, nennt man **Atome**. Aus ſubjectiver Nothwendigkeit müſſen wir ſie ſelbſt noch für ausgedehnt halten.

Dieſer atomiſtiſchen Lehre iſt die dynamiſche entgegengeſetzt, die der Materie die abſolute Undurchdringlichkeit abſpricht, die unendliche Theilbarkeit derſelben annimmt, und ihr Weſen bloß auf Repulſions- und Attractionskräfte einſchränkt.

Da beide Syſteme eingeſtehen müſſen, daß das, was uns die Sinne von den Körpern lehren, nur Schein, nur Phänomen iſt, und daß wir von der Materie an ſich nichts wiſſen; ſo müſſen ſie auch beide zugeben, daß der Werth unſerer Naturlehre nur von der Kenntniß der Geſetze abhängt, denen die Phänomene der

der Materie unterworfen ſind, und die wir nur aus Erfahrung, nicht a priori, kennen lernen.

§. 40. Ohngeachtet wir bey der wirklichen Theilung der Materie der Körper dieſe Atome (§. 39.) derſelben wol nie erreichen möchten, und die letzte Gränze ihrer Theilbarkeit nicht kennen, ſo kann die phyſiſche Theilung doch bis zum Erſtaunen weit getrieben werden, und die Natur und Kunſt vermag Theilungen der Materie vorzunehmen, die nach den Begriffen minder Unterrichteter unglaublich ſcheinen können.

Beyſpiele ſolcher bewundernswürdig großen Theilungen der Materie geben:

1) Die Materie des Lichts. Durch ein kleines Loch in einem Kartenblatt, dicht vors Auge gehalten, überſehen wir eine beträchtliche Menge irdiſcher Gegenſtände. Die Folge aber wird lehren, daß von jedem ſichtbaren Puncte Lichtkegel ins Auge kommen, deren Grundfläche das Loch iſt, durch welches wir ſehen, und deren Spitze ſich am ſichtbaren Puncte findet. Dieſe Lichtkegel müſſen unzählbar ſeyn, weil wir eine unzählbare Menge ſichtbarer Puncte wahrnehmen können; und dieſe Lichtkegel müſſen bey ihrem Durchgange ſich auch nicht unter einander verwirren und aufhalten.

2) Riechende Ausflüſſe. Eine Cubiklinie Lavendelöhl kann die Luft eines Zimmers mit ſeinem ganzen Geruch ausfüllen, wenn es durch Erwärmung zur Verdünſtung gebracht wird. Wenn dies Zimmer 22 Fuß lang, 18 Fuß breit und 10 Fuß hoch wäre, und nun angenommen würde, daß in jeder Cubiklinie Luft dieſes Zimmers nur vier riechbare Theilchen des Lavendelöhls wären, ſo wäre dadurch eine Theilung der Cubiklinie des Oels in 47297,986560 Theilchen bewirkt.

S. Sigaud de la Fond a. a. O. §. 35. Von andern Berechnungen der außerordentlich großen Theilung der Materie bey riechenden Ausflüſſen ſ. *Rob. Boyle* de mira effluviorum ſubtilitate c. 2.

3) Die Dehnbarkeit des Goldes. Ein Gran Gold kann von geſchickten Goldſchlägern nach Reaumur zu 36½ Quadratzoll (pariſ. M.) und darüber ausgedehnt werden. Rechnen wir für jeden Zoll Länge 200 mit den

den Augen erkennbare Theile, ſo wird jeder Quadratzoll 200 . 200 = 40000 Quadrate bekommen, deren jedes $\frac{1}{200}$ eines Zolles zur Seite hat, und mit den Augen zu unterſcheiden iſt. Nun haben wir aber 36½ Quadratzoll, folglich 1,460000 dergleichen Quadrate. Das Blattgold aber iſt auf beiden Seiten ſichtbar, und ſo erhalten wir 2,920000 mit den Augen erkennbare Theile an einem Grane Gold.

Noch weiter geht die Sichtbarmachung der Theile des Goldes bey der Vergoldung in der Verfertigung des Draths zu den goldenen Treſſen. Nach Reaumur wird dazu eine cylindriſche Stange Silber von 22 Zoll Länge und 15 Linien im Durchmeſſer mit einer Unze Gold vergoldet. Beym Durchziehen durch immer engere Drathzüge und bey dem Glätten wird dieſelbe endlich zu einer Länge von 110 franzöſiſchen Meilen, und darüber, ausgedehnt, wobey das Gold die ganze Oberfläche bedeckt. Die Unze Gold bildet alſo hier einen Cylinder von 110 × 2000 = 220000 Klaftern × 6 = 1,320000 Fuß × 12 = 15,840000 Zoll × 12 = 190,080000 Linien. Nimmt man an, daß in der Länge einer Linie 12 erkennbare Theile, und auf dem Drathe wenigſtens 2 Flächen zu unterſcheiden ſind, ſo wären hierbey von einer Unze Gold 12 × 2 × 190,080000 = 4561,920000 Theile ſichtbar gemacht worden, welches für einen Gran = $\frac{1}{480}$ Unze 9,295666 erkennbare Theile ausmacht.

Reaumur, in den *Mém. de l' acad. roy. des ſc. de Paris*, 1713. S. 203. ff.

4) Die metalliſchen Niederſchläge. Man löſe 4 Gran Eiſenvitriol in 2 Kannen Regenwaſſer auf, und tröpfele dazu von der geiſtigen Galläpfeltinctur, ſo wird nach dem Umrühren die Flüſſigkeit durchaus eine ſchwarze Farbe annehmen. Die Kanne Waſſer iſt zu 36 Unzen gerechnet, und die Unze zu 480 Tropfen; wir haben alſo 2 × 36 × 480 = 34,560 Tropfen, die alle ſchwarz gefärbt ſind, und den Eiſenniederſchlag enthalten. Das Eiſen in 4 Gran Eiſenvitriol beträgt kaum 1 Gran. Wenn wir nun in jedem Tropfen nur 40 erkennbare Theile annehmen, ſo wäre hierbey 1 Gran Eiſen in 40 × 34560 = 1,382400 erkennbare Theile zerriſſen worden.

5) Die Pigmente. Ein Gran Kupfer in Salmiakgeiſt aufgelöſt, färbt 392 Cubikzoll (rheinl.) deſtillirtes oder Regenwaſſer ſchön blau, und leidet hierbey nach Muſchenbroeks Berechnung eine Vertheilung in 392,500000 erkennbare Theile.

Die Ausziehung von 1 Gran Cochenille mit etwas Lauge vom Gewächsalkali färbt die vorige Menge deſtillir-

ſtillirtes Waſſer roth; und erleidet eben ſo ſtarke Ver- theilung.

Muſchenbreek introd. ad philoſ. natur. §. 72. n. 4. 5.

6) Das Geſpinſte der Spinnen, Seidenwürmer. S. *Rob. Boyle* a. a. O. und *Reaumur* a. a. O.

§. 41. Die Menge der materiellen Theile, die in einem beſtimmten Raume eines Körpers enthalten ſind, nennt man die **Maſſe** deſſelben, und die Größe dieſes Raumes den **Inbegriff** (volumen) des Körpers. Da die Ausdehnung nicht allein das Weſen eines Körpers ausmacht (§. 31.), ſondern auch zugleich die Materie; ſo ſieht man leicht, daß die wahre Größe der Körper nicht allein aus dem Inbegriffe, ſondern aus Vergleichung dieſes mit der Maſſe beſtimmt werden müſſe.

§. 42. Erfahrungsgründe überzeugen uns nun, daß die Theile der Materie den Inbegriff des Körpers nicht ſo ausfüllen, wie die Theile des Raums den Raum, und daß die Körper nicht einerley Dichtigkeit haben, folglich auch nicht einerley Menge von Materie in gleichem Raume enthalten können (§. 34.). Der **dichtere** Körper iſt alſo der, welcher mehr, der **lockerere**, welcher weniger Maſſe bey einerley Raume enthält.

§. 43. Da Dichtigkeit ein relativer Begriff iſt, ſo läßt ſich auch dieſelbe an ſich bey einem einzelnen Körper nicht beſtimmen, ſondern man kann nur die Verhältniſſe der Dichtigkeiten angeben. Man müßte alſo die Dichtigkeit eines Körpers zur Einheit annehmen, und damit die Dichtigkeiten anderer Körper vergleichen, um zu finden, ob ſie größer oder geringer wäre, als die zur Einheit angenommene Dichtigkeit. Wenn nun vorausgeſetzt wird, daß die Materie der Kör-

Körper in ihrem Raume gleichförmig verbreitet iſt, ſo flieſzen zur Beſtimmung der Dichtigkeiten aus der Vergleichung des Inbegriffs und der Maſſen folgende Regeln:

1) **Körper von gleichem Volum verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie ihre Maſſen.**

2) **Körper von gleichen Maſſen verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumina.**

3) **Körper von ungleichem Volum und Maſſen verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie die Quotienten der Maſſen durch die Volumina.**

Es ſeyen nemlich die Volumina zweyer Körper V, v, ihre Maſſen M, m, und das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten ſey D, d; ſo iſt nach 1), wenn $V = v$, $D : d = M : m$; und nach 2), wenn $M = m$, $D : d = v : V$. Nehmen wir nun noch einen dritten Körper, deſſen Maſſe der des erſtern $= M$, und deſſen Volum dem des zweyten $= v$ ſey, und deſſen Dichtigkeit ſich zu denen der beiden erſtern verhalte, wie $\delta : D$ und $\delta : d$, ſo iſt:

für den erſten und dritten nach 2), $D : \delta = v : V$

für den dritten und zweyten nach 1), $\delta : d = M : m$

folglich für den erſten und zweyten, $D : d = Mv : mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$.

Es folgt alſo hieraus, daß die Dichtigkeit in geradem Verhältniß der Maſſe und in umgekehrtem des Volums zunehme; ferner daß die Volumina in geradem Verhältniß der Maſſen und im umgekehrten der Dichtigkeiten ſind, oder daß $V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}$; und endlich, daß die Maſſen im geraden Verhältniß der Dichtigkeiten und Volumina ſtehen, oder daß $M : m = DV : dv$.

§. 44. Wenn aber nun dieſe Regeln ihre Anwendung finden ſollen, ſo iſt es nöthig, daß wir die Maſſen der Körper ermeſſen, oder die Quantität ihrer

rer Materie beſtimmen können. Dies würde durch Zählung der Atome der Materie, die in dem beſtimmten Raume des Körpers enthalten ſind, geſchehen müſſen. Dies iſt aber practiſch unmöglich, weil wir die Atome der Körper durch Theilung nicht erreichen können (§. 40.), und uns dabey unſere Sinne überhaupt verlaſſen. Man hat daher geſucht, die relative Quantität der Körpertheilchen in einem begränzten Raume durch das Maaß der Wirkung ihrer Kraft, z. B. durchs **Gewicht**, zu beſtimmen; aber auch dabey ohne Beweis angenommen, daß die Kraft der **Schwere** alle materiellen Theile aller Körper afficire. Wenn dies aber nun nicht ſo iſt, ſo ſieht man leicht, daß wir gar kein Maaß zur Beſtimmung der Maſſen haben; daß wir, nach unſern gegenwärtigen Kenntniſſen, die Maſſen der Körper gar nicht mit einander vergleichen, und überhaupt die wahre Größe der Körper (§. 41.) nicht ermeſſen können. Durchs Gewicht erkennen wir nur die **Maſſe der ſchweren Theile.**

In der ganzen Mechanic verſteht man immer nur Gewichte, wenn von Maſſen die Rede iſt.

§. 45. Wir finden bey einiger Aufmerkſamkeit auf die Körper in der Natur eine ſehr große Mannigfaltigkeit ihrer Wirkungen, und unzählige Verſchiedenheiten ihrer Eigenſchaften. Man verfällt in Spitzfündigkeiten, wenn man bey der Annahme einer völligen **Gleichartigkeit** der Materie in Anſehung ihrer Grundkraft, die Verſchiedenheit ihrer Wirkungen, wovon uns die Sinne belehren, aus der verſchiedenen Größe, der verſchiedenen Zahl, der verſchiedenen Stellung, und der verſchiedenen Grundgeſtalt der Atome der verſchiedenen Körper erklären wollte.

wollte. Da wir von dieſem allen nichts durch unſere Sinne entdecken und erfahren können, ſo heißt dies überhaupt nicht erklären, ſondern erdichten. Wenn wir nach dem Satze des zureichenden Grundes aus der Verſchiedenheit der Wirkungen unter allen Umſtänden, auf die weſentliche Verſchiedenheit von Urſachen zurückſchließen können, und nun dieſe Urſachen Kräfte nennen wollen, ſo dürfen wir auch aus der Verſchiedenheit der Wirkungen der Materie auf ihre weſentliche und urſprüngliche Verſchiedenheit nach ihren Grundkräften, und in dieſer Rückſicht auf eine eigenthümliche **Ungleichartigkeit** der Materie ſchließen, wobey wir gern geſtehen wollen, daß wir von dieſer Urſach an ſich nichts weiter wiſſen, und nur ihre Wirkung kennen. Obgleich die Zahl dieſer Grundkräfte gering iſt, ſo kann doch die Mannigfaltigkeit der Verbindungen der in ihrer Grundkraft weſentlich verſchiedenen Materien in unzähligen Verhältniſſen, die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Wirkungen und Eigenſchaften der verſchiedenen Körper in der Welt hervorbringen.

§. 46. Die Maſſe eines Körpers iſt alſo nur dann **gleichartig**, wenn alle durch phyſiſche Theilung aus demſelben erhaltene Theile ihrer Natur nach dem Ganzen, von dem ſie herrühren, und unter einander ſelbſt, ähnlich, und nur an Größe davon verſchieden ſind; **ungleichartig** hingegen, wenn die Theile weder dem Ganzen, wovon ſie genommen ſind, noch ſich ſelbſt, in ihren Eigenſchaften oder in ihrer Natur ähnlich ſind. Körper von ungleichartiger Maſſe ſind dieſem Begriffe nach eigentlich als eine Anzahl mehrerer mit einander vermengter

Körper anzuſehen, wovon jedes ungleichartige Theilchen als ein für ſich beſtehendes Ganzes angeſehen werden ſollte.

Beyſpiele von Körpern, deren Maſſe gleichartig iſt, geben reines Waſſer, reine Metalle; deren Maſſe ungleichartig iſt, Granit, Porphyr, u. d. gl.

§. 47. Aber auch ſolche Körper, deren Maſſe ſich durchaus gleichartig den Sinnen zeigt, können demohngeachtet aus ungleichartigen Stoffen zuſammengeſetzt ſeyn. Die Chemie zeigt die Mittel, dieſe Zuſammenſetzung aufzuheben, die zu einer dem Anſehen nach gleichartigen Maſſe verbundenen Stoffe zu ſcheiden und abzuſondern, und ſie unterſtützt in dieſer Abſicht die Naturlehre auf eine vorzügliche Weiſe, um die Wirkungen eines ſolchen Körpers gehörig zu beurtheilen.

§. 48. Wir müſſen ſolchergeſtalt die **chemiſche Theilung** von der **phyſiſchen**, von der in dem Vorhergehenden geredet wurde, wohl unterſcheiden. Die letztere liefert uns bey den Körpern, deren Maſſe ſich durchaus gleichartig iſt, lauter Theile, die dem Ganzen, wovon ſie herrühren, ſo wie unter einander ſelbſt, in ihrer Natur ähnlich, und nur in der Größe von jenem verſchieden ſind. Man nennt ſie **gleichartige Theile** (partes ſimilares), auch **Grundmaſſen, Theilganze, ganze Theile, Ergänzungstheile** (partes integrantes). Durch die chemiſche Theilung aber erhalten wir ſolche Theile, die weder dem Ganzen, wovon ſie genommen ſind, noch ſich ſelbſt unter einander in ihrer Natur ähnlich ſind, die aber in gehöriger Verbindung zuſammen das Ganze ausmachen. Solche Theile eines Körpers heißen **ungleichartige** (partes diſſimilares),

auch

auch **Beſtandtheile** oder **Grundſtoffe** (partes conſtitutivae, conſtituentes).

Beyſpiele geben: am Zinnober das Queckſilber und der Schwefel; am Spießglaſe der Spießglaskönig und der Schwefel; an den Metallen die Kalke derſelben und brennbares Weſen; an den Oelen die Säure, das Waſſer und brennbares Weſen; an dem Glaſe feuerbeſtändiges Laugenſalz und Kieſelerde; an dem Küchenſalze feuerbeſtändiges mineraliſches Laugenſalz und Küchenſalzſäure; an der reinen Luft das Waſſer und der Wärmeſtoff.

§. 49. Die Beſtandtheile (§. 48.), welche man durch die Zerlegung der zuſammengeſetzten Körper erhält, ſind gemeiniglich nicht ſo einfach, daß ſie weiter keine ungleichartigen Theile hätten. Wenn ſie noch gemiſcht oder zuſammengeſetzt ſind, ſo nennt man ſie die **nähern Beſtandtheile** (partes conſtitutivae proximae, principia proxima), und ihre weitern ungleichartigen Theile heißen die **entferntern Beſtandtheile** (partes conſtitutivae remotae, principia remota). Solche Grundſtoffe der Körper, welche nicht weiter aus ungleichartigen Theilen beſtehen, werden **Uranfänge, Urſtoffe, Elemente** (principia prima, primitiva, elementa) genannt.

Beyſpiel:

- Der Zinnober
  - Queckſilber
    - Brennſtoff
      - Lichtmaterie
      - Wärmeſtoff
    - Queckſilberkalk
  - Schwefel
    - Brennſtoff
      - Lichtmaterie
      - Wärmeſtoff
    - Vitriolſäure

Queckſilber und Schwefel ſind die nähern Beſtandtheile des Zinnobers; und Lichtmaterie, Wärmeſtoff, Queckſilberkalk und Vitriolſäure ſeine entfernteſten Beſtandtheile.

§. 50. Sehr viele Stoffe ſind von der Art, daß alle Bemühungen der Kunſt nicht zureichen, ſie weiter in andere ungleichartige Beſtandtheile zu zerlegen. Einige davon kann man wol als wahre Elemente gelten laſſen; aber gewiß nicht alle, welche die Kunſt nicht weiter zerlegen kann. Sind wir denn deswegen berechtiget, ſie für Uranfänge zu halten? Oder können wir nicht eben ſo gut daraus folgern, daß die Kunſt ihre Gränzen hat? Die Naturforſcher haben bis jetzt über die Anzahl der Elemente, woraus die Körper der Erde zuſammengeſetzt ſind, ſehr verſchiedene Meinungen gehabt. Es heißt aber der Natur Gewalt anthun, und man verfällt in Spitzfindigkeiten, wenn man die mannigfaltige Zuſammenſetzung der Körper nur aus der Verbindung einiger ſehr wenigen Elemente ableiten will.

Peripatetiſche Elemente: Feuer, Luft, Erde, Waſſer. Alchemiſtiſche oder Paracelſiſche: Mercurius, Phlegma, Schwefel, Salz, Erde. Becherſche: Waſſer, glasachtige Erde (terra prima Becheri), entzündliche Erde (terra ſecunda Becheri), Mercurialerde (terra tertia Becheri).

Als chemiſch einfache Stoffe, die wir nicht weiter in andere ungleichartige Theile zerlegen können, ſehe ich folgende an: 1) Wärmeſtoff, 2) Lichtmaterie (?), 3) magnetiſche Materie, 4) Waſſer, 5) Stoff der Luftſäure, 6) Vitriolſäure, 7) Kochſalzſäure, 8) Flußſpathſäure, 9) Boraxſäure, 10) Phosphorſäure, 11) Kieſelerde, 12) Kalkerde, 13) Bitterſalzerde, 14) Thonerde, 15) Schwererde, 16) Zirkonerde, 17) Diamantſpatherde, 18) Auſtralerde, 19) Gewächsalkali, 20) Mineralalkali, 21) Goldkalk, 22) Platinakalk, 23) Silberkalk, 24) Queckſilberkalk, 25) Bleykalk, 26) Kupferkalk, 27) Eiſenkalk, 28) Zinnkalk, 29) Zinkkalk, 30) Wismuthkalk, 31) Spießglaskalk, 32) Nickelkalk, 33) Koboltkalk, 34) Arſenikſäure, 35) Braunſteinkalk, 36) Molybdänſäure, 37) Wolframkalk, und 38) Urankalk.

Die Salpeterſäure iſt wahrſcheinlich, die Eſſigſäure, Bernſteinſäure, Benzoeſäure, das flüchtige Alkali und die electriſche Materie gewiß zuſammengeſetzt.

Nach

Nach Herrn Lavoiſiers Syſtem müßten wir folgende einfache Stoffe annehmen: 1) Wärmeſtoff (calorique), 2) Lichtmaterie (lumière), [3) magnetiſche Materie,] 4) Waſſerſtoff (hydrogène), 5) Sauerſtoff (oxygène), 6) Stickſtoff (azote), 7) Stoff der Luftſäure (carbone), 8) Schwefel (ſouffre), 9) Stoff der Kochſalzſäure (radical muriatique), 10) Stoff der Flußſpathſäure (radic. fluorique), 11) Stoff der Boraxſäure (radic. boracique), 12) Phosphor, 13) Kieſelerde, 14) Kalkerde, 15) Bittererde, 16) Thonerde (alumine), 17) Schwererde, 18) Zirkonerde, 19) Diamantſpatherde, 20) Auſtralerde, 21) Gewächsalkali (potaſſe), 22) Mineralalkali, (ſode), 23) Gold, 24) Platina, 25) Silber, 26) Queckſilber, 27) Bley, 28) Kupfer, 29) Eiſen, 30) Zinn, 31) Zink, 32) Wismuth, 33) Spießglas, 34) Nickel, 35) Kobolt, 36) Arſenik, 37) Braunſtein (mangaueſe), 38) Molybdän, 39) Wolfram (tungſtene), 40) Uranium.

§. 51. Aus dem bisher Vorgetragenen erhellet, daß man Atome (§. 39.) von Elementen (§. 49.) wohl zu unterſcheiden habe. Dieſe können immerhin aus gleichartigen Theilen zuſammengeſetzt ſeyn; bey jenen hingegen ſollen weder gleichartige noch ungleichartige Theile ſtattfinden. Wenn die Theilung der Körper bis zu ihrer letzten Gränze fortgeführt werden könnte, ſo müßte ſie freylich auch wol die Elemente der zuſammengeſetzten Körper erreichen. Da aber die Erfahrung lehrt, daß wir durch die feinſte Zertheilung nie eine Zerlegung eines gemiſchten Körpers bewirken, ſo folgt auch, daß unſere phyſiſche Theilung nie die Atome erreicht.

* * *

Wir haben bisher Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit und Poroſität als allgemeine Eigenſchaften der Materie der Körperwelt betrachtet. Noch iſt uns eine andere allgemeine Eigenſchaft der Materie übrig, nemlich Beweglichkeit, zu der wir jetzt übergehen.

Zwey-

Zweyter Abſchnitt.
Reine Bewegungslehre.

§. 52.

Jeder Körper in der Welt muß einen Raum irgendwo in derſelben einnehmen. Denkt man ſich von einem gewiſſen Körper den ganzen Weltraum in Gedanken weg, ſo iſt der Theil dieſes absoluten Raums, den er einnimmt, der absolute Ort des Körpers (locus abſolutus); ſieht man aber dabey zugleich auf andere Körper, welche eine beſtimmte Lage gegen ihn haben, ſo nennt man es den relativen Ort, oder ſeine Lage (locus relativus, ſitus). Da aber der abſolute Raum ſelbſt keine Realität iſt, ſondern nur ſubjective Gründe hat; da ferner keine Ortsbeſtimmung darin möglich iſt, ſo können wir auch nur den relativen Ort der Körper angeben.

§. 53. Die ſtetige Veränderung des Orts heißt Bewegung (motus). Dieſe, ohne Beziehung auf andere Körper, oder die Veränderung des abſoluten Orts (§. 52.), heißt abſolute Bewegung (motus abſolutus); die Veränderung des relativen Orts, oder der Lage gegen andere Körper, heißt relative Bewegung (motus relativus).

§. 54. Beybehaltung des Ortes iſt Ruhe eines Körpers (quies), die man auch zwiefach, als abſolute (quies abſoluta) und als relative Ruhe (quies relativa) betrachtet. Beide unterſcheiden ſich wie abſolute und relative Bewegungen (§. 53.).

§. 55. Da aber bey der abſoluten Bewegung (§. 53.) und bey der abſoluten Ruhe (§. 54.) nur

der abſolute Ort des Körpers in Betracht kömmt; hierzu aber kein anderer Körper erfordert wird, als der, welcher den Ort erfüllt; im abſoluten Raume aber keine Stelle, folglich keine Ortsveränderung oder keine Beharrung in dem Orte beſtimmt werden kann; ſo kann auch ſchlechterdings keine abſolute Bewegung und keine abſolute Ruhe beſtimmt werden. Wir können daher auch nur die relative Bewegung und Ruhe der Körper in der Natur bemerken.

§. 56. Da es keinen Körper in der Natur giebt, welcher der Bewegung unfähig wäre, ſo muß die **Beweglichkeit** (mobilitas), oder die Fähigkeit der Körper, ihren Ort zu verändern, für eine allgemeine Eigenſchaft angeſehen werden. Mit Recht können wir daher auch **Materie** für das Bewegliche im Raume definiren; ſo wie wir oben (§. 32.) Materie für das Undurchdringliche im Raume erklärten.

§. 57. Wir betrachten nun hier die Lehre von der Bewegung der Materie, in ſo fern ſie ein reines Quantum ohne inhärirende Kräfte iſt; und ſuchen die Geſetze auf, die eine ſolche Materie bey der Bewegung befolgt, um ſo die einfachſten Fälle zu erhalten, die uns in der Folge bey den Phänomenen der mit gewiſſen Kräften begabten Materie zur Erklärung dienen können. Ich nenne dieſe Lehre die **reine Bewegungslehre**, indem dabey die Materie bloß als **beweglich** zum Grunde gelegt wird; ohne daß die in der Natur damit verbundenen Kräfte darin als exiſtirend gedacht werden.

Wir haben es alſo hier mit der todten Materie zu thun, die nicht durch Gravitation, Cohäſion und Expanſivkraft afficirt wird.

§. 58.

§. 58. Die relative Bewegung eines Körpers iſt in Rückſicht auf die Veränderung der Lage anderer Körper, entweder eine eigene (motus proprius), oder eine gemeinſchaftliche (motus communis). Bey jener verändert ein einziger Körper gegen alle übrigen ſeine Lage; bey dieſer bewegen ſich ein oder mehrere andere Körper zugleich mit, verändern aber ihre Lage gegen jenen nicht, oder die bewegten Körper bleiben in relativer Ruhe (§. 54.) gegen einander. Man muß hierbey nicht abſolute und gemeinſchaftliche Bewegung mit einander verwechſeln.

§. 59. Da wir die Bewegung überhaupt nur aus der veränderten Lage der Körper gegen einander beurtheilen, mehrere Körper aber gegen einander in ihrer Lage beharren, oder in relativer Ruhe ſeyn, und doch eine gemeinſchaftliche Bewegung haben können; ſo ſieht man leicht ein, daß man die Bewegung nicht wahrnehmen kann, wenn wir bloß auf die Lage derjenigen Körper gegen einander Rückſicht nehmen, die eine gemeinſchaftliche Bewegung haben. Aber bey Wahrnehmungen der veränderten Lagen der Körper gegen einander muß auch beſtimmt werden, welcher Körper in Ruhe geblieben und welcher wirklich bewegt worden iſt. Dies erhellet nicht immer ſo geradezu, und es können daher ebenfalls wieder leicht Täuſchungen entſtehen.

Von der wirklichen (motus realis) und ſcheinbaren Bewegung (motus apparens).

§. 60. Wenn ein Körper (oder auch überhaupt ein Theil eines Körpers) ſeinen relativen Ort verändert, ſo muß ein zureichender Grund vorhanden ſeyn, warum er es thut. Dieſe Urſach, welche Bewegung hervorbringt, oder hemmt, belegt man

über=

überhaupt mit dem Namen einer **Kraft**, und den Erfolg von dieſer Kraft nennt man ihre **Wirkung**.

§. 61. Ein jeder Körper, der in Bewegung geſetzt worden iſt, muß nothwendig in ſeiner Bewegung beharren, und nicht von ſelbſt wieder zur Ruhe kommen. Dies folgt ganz klar aus dem Satze des zureichenden Grundes; eben ſo als wie die Beharrlichkeit in ſeiner Ruhe. Ohne zureichenden Grund kann ein Körper weder aus der Ruhe in Bewegung, noch aus der Bewegung wieder von ſelbſt in Ruhe geſetzt werden. Dieſe Fähigkeit der Körper, in ihrem Zuſtande, der Ruhe oder der Bewegung, zu beharren, nennt man die **Trägheit** (inertia) der Körper. Sie iſt alſo die Anwendung des Satzes vom zureichenden Grunde auf Ruhe und Bewegung der Körper; oder ſie iſt die Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung. Sie iſt keineswegs als eine beſondere Kraft der Körper oder der Materie anzuſehen, und daher iſt der Keplerſche Ausdruck **Trägheitskraft, Kraft der Trägheit** mit Recht zu tadeln. Denn daß ein Körper, der in Ruhe iſt, in Ruhe, und der in Bewegung iſt, in Bewegung bleibt, und im letztern Falle weder ſeine Richtung, noch ſeine Geſchwindigkeit von ſelbſt ändert, das ſetzt keine eigene Kraft voraus. Um ſeinen Zuſtand zu ändern, dazu iſt Kraft erforderlich, nicht aber um in ſeinem Zuſtande zu bleiben. Eine Neigung oder ein inneres Vermögen der Körper zur Ruhe würde mit der Einrichtung unſerer Welt nicht beſtehen können.

§. 62. Das erſte und allgemeinſte Geſetz der Bewegung heißt dieſemnach: **Ein jeder Körper,**

er ſey in Ruhe oder in Bewegung, verbleibet immerfort in dieſem Zuſtande gleichförmig, wenn er nicht durch eine Kraft aus demſelben gebracht wird. Die Erfahrung kann dies Geſetz nur unvollkommen auf der Erde beſtätigen.

Gleichförmig geht hier auf Richtung und Geſchwindigkeit der Bewegung.

Erläuterungen durch Beyſpiele an den Himmelskörpern, an einem ſegelnden Schiffe, am Schlittſchuhlaufen, u. d. gl. m.

§. 63. Wenn ein Körper, der durch eine Kraft in Bewegung geſetzt wird, auf einen andern ruhenden trifft, ſo muß er vermöge ſeiner Trägheit ſich weiter fortzubewegen ſtreben. Dies kann er aber nicht, ohne in den Ort des andern einzudringen. Da aber beide undurchdringlich ſind, ſo können ſie nicht zugleich einerley Ort einnehmen. Liegt nun der andere ruhende frey, ſo wird er ſich natürlicherweiſe auch in Bewegung ſetzen, und fortbewegen. Denn nun iſt eine Urſach da, warum er ſeinen Zuſtand ändert, und den der Ruhe mit Bewegung vertauſcht. Dieſe Wirkung des erſtern auf den andern nennt man die **Mittheilung der Bewegung**, die entweder ſo geſchiehet, daß der bewegende nach der Mittheilung der Bewegung in den bewegten noch immerfort wirkt, oder nicht. Im erſtern Fall nennt man ſie einen **Druck** (preſſio); im letztern einen **Stoß** (percuſſio).

§. 64. Wenn ein Körper aus der Ruhe in Bewegung geſetzt werden ſoll, ſo erfordert er dazu die Anwendung einer Urſach; eben ſo auch, wenn er in Bewegung iſt, und aus dieſer in Ruhe verſetzt werden ſoll. Dies folgt aus dem Begriff der Trägheit (§. 61.).

(§. 61.). Aber es fließt nicht daraus, daß der Körper, um aus Ruhe in Bewegung, oder aus Bewegung in Ruhe gebracht zu werden, Widerſtand leiſte. Widerſtand ſetzt Kraft voraus; die bloß trägen Körper müßten alſo, um bey Ruhe oder Bewegung zu widerſtehen, eine Kraft enthalten, was offenbar mit dem Begriff der Trägheit ſtreitet. Diejenigen alſo, welche die Trägheit für bloße Anwendung des Satzes vom zureichenden Grunde auf Ruhe und Bewegung der Körper erklären, und doch dem bloß trägen Körper eine innere Neigung, der bewegenden Kraft zu widerſtehen in Ruhe und Bewegung, zuſchreiben, widerſprechen ſich ſelbſt. Vermöge der Trägheit erfordern die Körper alſo zwar eine Urſach, um ihren Zuſtand der Ruhe oder Bewegung zu ändern; aber die Trägheit giebt ihnen keine Kraft des Widerſtandes in Ruhe oder Bewegung.

§. 65. Wenn aber nun die Trägheit der Materie ihr nicht die Kraft ertheilt, zu widerſtehen in Ruhe oder Bewegung, ſo folgt von ſelbſt, daß die träge Materie die zur Aenderung ihres Zuſtandes der Ruhe oder Bewegung angewandte Kraft nicht vermindert, in ſo fern ſie bloß träge iſt, und ihr keine Kräfte inhäriren, die jener Kraft entgegenwirken, und ſie dadurch freylich vermindern können. **Die bloß träge Maſſe des beweglichen Körpers iſt alſo gar kein Hinderniß ſeiner Beweglichkeit; und dieſe ſteht in keinem Verhältniß mit der trägen Maſſe.** Die doppelt, dreyfach, u. ſ. w. ſo große Maſſe iſt alſo eben ſo beweglich, als die einfache Maſſe.

Eben ſo wenig können auch die bloß trägen Körper vermöge ihrer Trägheit der bewegenden Kraft ſogar entgegen=

gegenwirken, und die Verſuche, welche Hamberger (*Elementa phyſices, Ien.* 1735. S. 12 f.) zum Beweiſe dieſer Behauptung anführt, haben einen ganz andern Grund. Es ſind folgende: 1) auf einem Teller ſcheint ſich Sand gegen die Richtung des Stoßes zu bewegen; 2) eine Münze auf einem Kartenblatte, das auf einem Trinkglaſe liegt, fällt ins Glas, wenn das Kartenblatt fortgeſchnellt wird; 3) ein Glas wird von einem ſtarken Schlage an einen Tobakspfeifenſtiel nicht umgeworfen, 4) wol aber in der entgegengeſetzten Richtung des Schlages; 5) dünne Gläſer werden durch einen ſtarken Schlag auf einen Tobakspfeifenſtiel, der auf ihren Rändern liegt, nicht zerbrochen; 6) dünne Menſchenhaare dadurch nicht zerriſſen, und 7) ein Waagebalken nicht aus der Ruhe gebracht. — Es folgt bloß aus dieſen Verſuchen, daß dabey zur Fortpflanzung der Bewegung Zeit erfordert wird.

§. 66. Jeder Körper, welcher ſich bewegt, muß nothwendig an einander gränzende Theile des **Raumes** durchgehen, da er nicht zugleich in allen Theilen des Raumes auf einmal ſeyn kann. Die Länge dieſes Raums, worin ſich der Körper bewegt, heißt ſeine **Bahn**, oder ſein **Weg**.

§. 67. Wenn ſich bey einem Körper alle Theile durchaus auf einerley Weiſe bewegen, ſo braucht man auch nur die Bewegung eines einzigen Punctes zu betrachten; und jede Bewegung eines Körpers läßt ſich alſo auch als Bewegung eines einzigen Punctes, folglich die Bahn des bewegten Körpers (§. 66.) als eine Linie anſehen. Die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein bewegter Punct entweder ſeinen ganzen Weg hindurch, oder nur an einer einzelnen Stelle deſſelben, fortgeht, heißt die **Richtung** (directio) ſeiner Bewegung.

§. 68. Da ein bloß träger Punct, eben weil er träge iſt, ſeinen Zuſtand nicht von ſelbſt ändern kann, ſo muß auch bey ſeiner Bewegung die Bahn,

in der er vermöge ſeiner Trägheit beharrt, immer geradlinigt ſeyn, und ſeine Richtung muß unverändert ſeyn. Die Aenderung der Richtung iſt Aenderung des Zuſtandes der Bewegung, worein der Körper nicht von ſelbſt kommen kann; und ſo oft ſie erfolgt, muß eine Kraft wirkſam ſeyn, die ſie hervorbringt. Aendert ſich nun durch irgend eine Kraft die Richtung des bewegten Körpers alle Augenblicke und an jeder Stelle des Weges, ſo iſt die Bewegung **krummlinigt** (motus curvilineus), und die Richtung wird an jeder Stelle der krummlinigten Bahn durch die Tangente der krummen Linie an dieſer Stelle beſtimmt.

§. 69. Der Raum, durch welchen ſich die Körper bewegen, heißt auch das **Mittel**, das **Mittelding** (medium). Hier nehmen wir ein ſolches an, das der Bewegung kein Hinderniß entgegenſetzt, und keinen Widerſtand zu leiſten vermag. Er heißt alsdann ein **freyes** oder **leeres Mittel** (medium vacuum, liberum); ſonſt aber ein **widerſtandleiſtendes** (medium reſiſtens).

§. 70. Jede Bewegung ſetzt nicht allein einen Raum voraus, worin ſie geſchiehet (§. 66.), ſondern auch eine **Zeit**. Wenn (Fig. 3.) die Puncte A und B aus einander liegen, und die Linie AB die Bahn eines Punctes vorſtellt, ſo kann der Punct, der ſich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich ſeyn. Der Augenblick, da er in A iſt, iſt verſchieden von dem, da er in B iſt. Dies findet ſtatt, ſo klein auch die Entfernung des Punctes A von B iſt. Die Dauer zwiſchen dem Uebergang des Punctes bey ſeiner ſtetigen Ortsveränderung aus einer

ner Stelle ſeiner Bahn in die andere iſt die **Zeit.** Auch die kleinſte Bewegung erfordert Zeit.

Hier geht uns der Streit der Metaphyſiker, ob die Zeit ein ens reale oder eine relatio ſey, wiederum gar nichts an. Wir betrachten ſie als relatio, oder als ordo ſucceſſivorum.

§. 71. Die gleichen Räume nun, die bey einer gleichförmigen Bewegung eines Körpers beſchrieben werden, dienen, die Dauer irgend einer andern Bewegung, oder die Zeit zu meſſen.

So bedienen wir uns im gemeinen Leben der Bewegung der Sonne, ſowol ihrer jährlichen, als ihrer täglichen, oder vielmehr der Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Achſe, zum Maaß der Zeit, und ein **Jahr** iſt die Zeit, worin die Erde ihren Umlaufskreis um die Sonne beſchreibt; ein **Tag** iſt die Zeit, worin die Erdkugel eine ganze Umdrehung um ihre Achſe vollendet. — Eine **Stunde** iſt die Zeit, worin der Zeiger einer richtig gehenden Minutenuhr den ganzen Raum eines Kreiſes durchläuft; eine **Minute** iſt die Zeit, worin eben dieſer den 60ſten Theil des Kreiſes beſchreibt, u. ſ. w.

Bey den Aſtronomen heißt **wahre Sonnenzeit** (tempus ſolare verum) die, welche vom wirklichen jährlichen Lauf der Sonne gemeſſen wird; **mittlere Sonnenzeit** (tempus ſol. medium, aequale) die, bey welcher eine mittlere oder erdichtete Sonne angenommen wird, die ihre Bewegung im Kreiſe **gleichförmig** vollendet, und zwar in eben der Zeit, in der die wahre Sonne ihren ungleichförmigen Weg zurücklegt. — Der **Sternentag** (tempus primi mobilis), der durch die immer gleichförmige Umdrehung der Erde um ihre Achſe gemeſſen wird, gewährt uns ein beſtändiges, immer gleichförmiges, Zeitmaaß.

§. 72. Die Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der Bewegung eines Körpers giebt den Begriff von der **Geſchwindigkeit** (celeritas, velocitas) deſſelben. Er iſt ein relativer Begriff, und Geſchwindigkeit läßt ſich nur angeben, wenn man eine gewiſſe Zeit oder einen gewiſſen Raum, worin die

Bewe-

Bewegung eines Körpers gleichförmig geſchieht, zur Einheit annimmt, und damit eine andere Bewegung vergleicht. Sie iſt alſo der Raum, welchen ein Körper in einer zur Einheit angenommenen Zeit durchläuft, oder die Zeit, welche ein Körper braucht, um einen zur Einheit angenommenen Raum zu durchlaufen.

§. 73. Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft, oder wenn ſeine Geſchwindigkeit gleich bleibt, ſo nennt man ſeine Bewegung eine **gleichförmige Bewegung** (motus aequabilis, uniformis). Iſt aber die Geſchwindigkeit des Körpers während der Bewegung nicht immer gleich, oder durchläuft er in gleichen Zeiten ungleiche Räume, ſo heißt die Bewegung eine **veränderte** oder **ungleichförmige** (motus variatus, inaequabilis). Dabey nehmen die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume entweder ab, oder ſie nehmen zu. Im erſtern Falle heißt die veränderte Bewegung eine **verminderte** (motus retardatus); im letztern eine **beſchleunigte** (motus acceleratus). Beide können ſo ſeyn, daß die Geſchwindigkeit in jedem gleich großen Zeittheile gleich ſtark oder ungleich ſtark wächſt oder abnimmt, und daß alſo eine **gleichförmig beſchleunigte** (motus uniformiter acceleratus), oder **gleichförmig verminderte** (motus uniformiter retardatus); oder daß eine **ungleichförmig beſchleunigte** (motus inaequabiliter acceleratus), oder **ungleichförmig verminderte** (motus inaequabiliter retardatus) ſtattfindet.

§. 74. Aus der Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der gleichförmigen Bewegung der Körper fließen dann folgende Sätze:

1) Die

1) Die Geſchwindigkeiten zweyer bewegten Körper verhalten ſich wie die Räume, wenn die Zeiten gleich ſind.

2) Die Geſchwindigkeiten zweyer bewegten Körper verhalten ſich verkehrt wie die Zeiten, wenn die Räume gleich ſind.

3) Die Geſchwindigkeiten zweyer Körper überhaupt verhalten ſich wie die Producte der Räume in die verkehrt geſetzten Zeiten; oder wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten.

Wenn wir zweyer gleichförmig bewegten Körper Geſchwindigkeiten C, c, ihre zurückgelegten Räume S, ſ, und die dazu verwandten Zeiten T, t, nennen, ſo iſt
nach 1), wenn $T = t$, $C : c = S : ſ$,
nach 2), wenn $S = ſ$, $C : c = t : T$.
Nehmen wir nun noch einen dritten Körper an, deſſen Geſchwindigkeit K heißt, und deſſen bey ſeiner Bewegung zurückgelegter Raum dem des erſtern Körpers $= S$, und die dazu verwandte Zeit der des zweyten $= t$ ſey, ſo iſt
für den erſten und dritten, (weil $S = S$), $C : K = t : T$,
und für den dritten und zweyten, (weil $t = t$), $K : c = S : ſ$,
folglich für den erſten und zweyten $C : c = St : ſT = \frac{S}{T} : \frac{ſ}{t}$.

Es folgt hieraus weiter, daß zweyer bewegten Körper zurückgelegte Räume (S, ſ) im geraden Verhältniß der Zeiten (T, t) und der Geſchwindigkeiten (C, c) ſind, oder daß $S : ſ = CT : ct$ ſey; ferner, daß die Zeiten im geraden Verhältniß der Räume und im umgekehrten der Geſchwindigkeiten ſind, oder daß $T : t = \frac{S}{C} : \frac{ſ}{c}$ ſey.

§. 75. **Aus dem Begriffe der Trägheit fließt, daß jeder in Bewegung begriffene, bloß träge, Körper in der einmal erhaltenen Geſchwindigkeit gleichförmig beharren muß, ſo gut, wie in ſeiner Richtung (§. 68.). Aendert ſich nun die Geſchwindigkeit oder die Richtung,**

tung, ſo muß eine Urſach daſeyn, die es bewirkt. Es folgt hieraus das zweyte allgemeine Geſetz der Bewegung: Jede Geſchwindigkeits- und Richtungsveränderung einer Bewegung iſt der bewegenden Kraft proportional, und geſchiehet nach der Richtung dieſer Kraft. Die Geſchwindigkeit der Bewegung kann nemlich nur um ſoviel zunehmen, als die bewegende Kraft ſelbſt mehr Geſchwindigkeit hat, nicht um mehr; und die Veränderung der Richtung muß nach der Richtung der bewegenden Kraft geſchehen, weil nur nach dieſer, und nach keiner andern zu gehen, jetzt ein zureichender Grund vorhanden iſt.

§. 76. Jede veränderte Bewegung (§. 73.) ſetzt alſo eine Urſach der veränderten Geſchwindigkeit voraus, die im Augenblicke der Veränderung wirkſam iſt. Da nun jede veränderte Bewegung für jeden untheilbaren Augenblick, oder jeden unendlich kleinen Zeittheil, als gleichförmig angeſehen werden kann, ſo können auch für dieſen Augenblick Räume, Zeiten und Geſchwindigkeiten durch die Geſetze der gleichförmigen Bewegung ausgedrückt werden. Oder man kann ſich jede ungleichförmige Bewegung ſo vorſtellen, als wenn ſie in unendlich kleinen Zeiten gleichförmig wäre, und in jedem unendlich kleinen Zeittheile ein unendlich kleiner Theil des Raums mit der unveränderten Geſchwindigkeit zurückgelegt würde, welche der bewegte Punct im Anfange dieſes Zeittheilchens hatte. Wenn nun eine unveränderliche und ſtetige Kraft auf den trägen ruhenden Körper wirkt, und während ſeiner ganzen Bewegung zu wirken fortfähret, ſo muß er in eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung kommen (§. 73.). Die Geſchwindigkeit,

mit der er ſchon vermöge ſeiner Trägheit durch den erſten Impuls der Kraft fortgehen würde, muß durch die ununterbrochen fortdauernde Einwirkung der Kraft ſtetig zunehmen und wachſen, und die Zunahme dieſer Geſchwindigkeiten muß alſo in gleichen Zeiten gleich ſeyn. Hier wächſt zwar nun in jedem noch ſo kleinen Zeittheilchen die Geſchwindigkeit nach dem Geſetz der Stetigkeit, und die Geſchwindigkeit iſt in jedem folgenden Puncte ſchon größer, als im vorhergehenden; man kann aber annehmen, daß die Geſchwindigkeit durch das ganze Zeittheilchen ſo groß bliebe, als ſie im Anfang deſſelben war, und daß erſt nach Endigung des Zeittheilchens der Zuſatz der Geſchwindigkeit urplötzlich hinzukäme, der eigentlich während des Zeitkheilchens allmählig hinzukam. Dieſe am Ende des Zeittheilchens vom Anfang deſſelben an erlangte Geſchwindigkeit kann man die **endliche Geſchwindigkeit** (velocitas finalis) nennen.

§. 77. Die endlichen Geſchwindigkeiten (§. 76.) müſſen ſich bey der gleichförmig beſchleunigten Bewegung, wie die unendlich kleinen Augenblicke, oder, wie die Zeit vom Anfang der Bewegung an, verhalten, weil der bewegte Körper in einem jeden unendlich kleinen Augenblicke einen neuen Eindruck erhält, der ſich mit den bereits empfangenen vereinigt.

Wenn wir die endliche Geſchwindigkeit v und das Zeittheil t nennen, ſo iſt $v = t$, und $v : V = t : T$.

§. 78. Man kann daher dieſe erlangten Grade der endlichen Geſchwindigkeiten durch die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, u. ſ. w. vorſtellen, weil ſie wie die Zeittheile ſelbſt wachſen.

§. 79.

§. 79. Wenn der Körper mit der Geſchwindigkeit, die er durch die gleichförmig beſchleunigte Bewegung in einem endlichen und beſtimmten Augenblick erlangte, hernach gleichförmig fortgeht, ſo wird dieſe Geſchwindigkeit in dem zweyten dem erſten ähnlichen Augenblicke doppelt ſo groß ſeyn, als die in einem und demſelben Augenblick erhaltene zunehmende Geſchwindigkeit. Der Raum wird ſich alſo verhalten, wie die Zeit mit der Hälfte der endlichen Geſchwindigkeit multiplicirt; und der gleichförmig beſchleunigte Körper wird in einer gegebenen Zeit nur halb ſo weit gehen, als ihn in eben der Zeit ſeine zuletzt erhaltene Geſchwindigkeit geführt haben würde.

Wenn der Raum ſ heißt, ſo wird $ſ = \frac{vt}{2}$, und $ſ : S = \frac{vt}{2} : \frac{VT}{2} = vt : VT$.

Wenn die Zeiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Räume der Bewegung, wie die Geſchwindigkeiten (§. 74.). Im gegenwärtigen Falle aber ſind die Zeittheile gleich, folglich werden ſich auch die Räume, wie die Geſchwindigkeiten verhalten. Weil aber nun eine gleichförmige Geſchwindigkeit doppelt ſo groß iſt, als eine zunehmende, wenn ſie in einerley Augenblick erhalten werden, ſo wird auch der vermöge einer gleichförmigen Geſchwindigkeit durchlaufene Raum doppelt ſo groß ſeyn, als der Raum, der in eben der Zeit durch die wachſende Geſchwindigkeit zurückgelegt wird.

Dieſe Geſetze ſucht man auch durch Hülfe eines rechtwinkligten Triangels zu beweiſen. Es zeige (Fig. 4.) in dem rechtwinkligten Triangel AB die Zeit, und BC die in dieſer Zeit erlangte endliche Geſchwindigkeit an. Die Höhe BA ſey in Theile getheilt, die wir als unendlich klein, und einander gleich annehmen, AD, DE, EF, u. ſ. f. Da BA die endliche und beſtimmte Zeit ausdrückt, ſo wird jeder in dieſer Höhe BA genommene Theil die unendlich kleinen Augenblicke vorſtellen. Wenn wir nun aus den Theilungspuncten D, E, F, u. ſ. f. die Ordinaten Dd, Ee, Ff, u. ſ. f. ziehen, ſo wird jede Ordinate die in jedem unendlich kleinen Augen-

genblicke erhaltene Geſchwindigkeit vorſtellen; und ſo wie eine durch eine ſtetige Kraft zunehmende Geſchwindigkeit gleichförmig wächſt, ſo wächſt auch jede Ordinate gleichförmig, nach eben der Progreſſion, 0, 1, 2, 3, 4, u. ſ. f. Wenn Dd den im erſten Augenblick AD erhaltenen Grad der Geſchwindigkeit ausdrückt, ſo wird Ee den Grad der Geſchwindigkeit ausdrücken, der im zweyten Augenblicke DE erhalten worden. Weil aber Ee : Dd = AD : AE = 1 : 2, u. ſ. f., ſo werden ſich alſo dieſe endlichen Geſchwindigkeiten wie die Zeittheile verhalten (§. 77.), und dieſe endlichen Geſchwindigkeiten Dd, Ee, Ff, u. ſ. f. durch die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, u. ſ. f. vorſtellen laſſen (§. 78.). Da alle Ordinaten Dd, Ee, Ff, u. ſ. f., die unendlich nahe ſind, den Flächeninhalt des Triangels ABC vorſtellen, ſo wird auch der Flächeninhalt deſſelben die Summe der in einer endlichen und beſtimmten Zeit erhaltenen wachſenden Geſchwindigkeit ausdrücken. Wenn nun die Geſchwindigkeit, die am Ende der endlichen Zeit AB durch die Grundlinie BC des Triangels ABC ausgedrückt wird, nicht weiter zunähme, ſondern nun der Körper in der zweyten, der erſtern AB ähnlichen, Zeit damit gleichförmig fortginge, ſo würde die Geſchwindigkeit dieſes zweyten Augenblicks durch die Ordinaten eines Rechtecks BCKL von eben der Grundfläche und Höhe, als der Triangel ABC iſt, vorgeſtellt werden. Da aber dieſer Triangel nur die Hälfte des Rechtecks von eben der Grundfläche und Höhe iſt, ſo iſt auch die in einem endlichen und beſtimmten Augenblick erlangte Geſchwindigkeit, die ſich gleichförmig bleibt, doppelt ſo groß, als eine in demſelben Augenblick erlangte zunehmende Geſchwindigkeit (§. 79).

§. 80. Es folgt hieraus ferner, daß die Räume, welche ein Körper bey dieſer gleichförmig beſchleunigten Bewegung verſchiedene Augenblicke hinter einander zurücklegt, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, u. ſ. f. wachſen; oder er wird im zweyten Augenblick 3mal, im dritten 5mal u. ſ. w. ſo vielen Raum zurücklegen, als im erſten Augenblicke.

Der im zweyten Augenblicke DE (Fig. 4.) zurückgelegte Raum des Trapezii DdEe iſt 3mal ſo groß, als das Dreyeck ADd, und der im dritten Augenblick EF beſchriebene Raum des Trapezii EeFf iſt 5mal ſo groß, als ADd, u. ſ. f.

Im

Im erſten Augenblicke AD nemlich beſchrieb der Körper durch die wachſende Geſchwindigkeit den Raum ADd; die am Ende dieſes Zeittheils erhaltene endliche Geſchwindigkeit Dd würde den Körper in dem folgenden gleichgroßen Zeittheile DE durch einen noch einmal ſo großen Raum DdEx führen (§. 79.), oder der Körper würde vermöge ſeiner Trägheit gleichförmig fortgehen; aber die ſtetige Kraft wirkt während dieſes zweyten Zeittheils auf ihn fort, und bringt ihm wiederum ſo viel neue Geſchwindigkeit während dieſes zweyten Zeittheils hinzu, als im erſten, ſo daß er auch noch außer dem Raum DdEx, den er vermöge ſeiner Trägheit allein durchlaufen würde, den Raum dxe durchlaufen muß. Er legt alſo in dem zweyten Augenblick einen 3mal ſo großen Raum zurück, als im erſten. Am Ende des zweyten Augenblicks wird der Körper die endliche Geſchwindigkeit Ee haben, und durch ſeine Trägheit darin beharren. Er wird damit im dritten Zeittheile den Raum EeFo zurücklegen, aber während dieſes dritten Augenblicks wirkt die ſtetige Kraft auf ihn fort, und bringt ihm einen Zuſatz von Geſchwindigkeit bey, ſo daß er noch außerdem durch den Raum eof = ADd geht, und alſo im dritten Augenblicke einen Raum beſchreibt, der durch das Trapezium EeFf = 5mal ADd ausgedrückt wird, u. ſ. f.

§. 81. Es verhalten ſich dieſemnach die Räume, welche vom Anfang der gleichförmig beſchleunigten Bewegung an zurückgelegt werden, wie die Quadrate der Zeiten vom Anfang der Bewegung an, oder wie die Quadrate der endlichen Geſchwindigkeiten (§. 77.).

Es iſt alſo $s = v^2 = t^2$, und $S : s = V^2 : v^2 = T^2 : t^2$.

Wenn nemlich der Raum im erſten Zeittheile = 1 geſetzt wird, ſo wird er bey dieſer beſchleunigten Bewegung im zweyten Zeittheile allein = 3, im dritten Zeittheile allein = 5, u. ſ. f. ſeyn (§. 80.); folglich wird er in den zwey erſten Zeittheilen zuſammen $1 + 3 = 4$, in den drey erſten Zeittheilen zuſammen $1 + 3 + 5 = 9$ ausmachen. 4 und 9 ſind aber die Quadratzahlen von 2 und 3, oder von den Zeiten vom Anfang der Bewegung an.

Wenn der nach dem erſten Zeittheile AD (Fig. 4.) beſchriebene Raum ADd = 1 iſt, ſo wird der durch gleichförmig beſchleunigte Bewegung nach zwey Zeittheilen AD + DE beſchriebene Raum AEe = 4mal ADd, und

und der nach drey Zeittheilen AD + DE + EF zurückgelegte Raum AFf = 9mal ADd ſeyn, u. ſ. f.

§. 82. Die Kraft, welche die beſchleunigte Bewegung der Maſſe hervorbringt, heißt, in ſo fern ſie auf alle Theile der Maſſe zuſammen gleichförmig wirkt, die **bewegende Kraft** (vis motrix), die **beſchleunigende Kraft** (vis acceleratrix) hingegen, in ſo fern ſie auf jeden einzelnen Theil der Maſſe wirkt. Jene iſt alſo das Product der beſchleunigenden Kraft in die Anzahl der Theile der Maſſe, die davon afficirt werden.

Wenn wir alſo die bewegende Kraft P, die beſchleunigende Kraft f, und die Maſſe M nennen, ſo iſt $P = f . M$, und $P : p = fM : fm$, und eben ſo iſt auch $f = \frac{P}{M}$.

Ferner folgt hieraus, daß das Product der bewegenden Kraft in die Zeit gleich ſey dem Producte der Maſſe in die Geſchwindigkeit; oder $PT = MV$, und $PT : pt = MV : mv$; daß die bewegenden Kräfte durch die Quadrate der Zeiten multiplicirt ſich verhalten wie die Maſſen durch die durchlaufenen Räume multiplicirt, oder $PT^2 = MS$, und $PT^2 : pt^2 = MS : mſ$; und daß die bewegenden Kräfte durch die Räume multiplicirt ſich verhalten, wie die Maſſen multiplicirt durch die Quadrate der Geſchwindigkeiten, oder $PS = MV$, und $PS : pſ = MV : mv$.

Eben ſo iſt auch $ft = v$, $ft^2 = ſ$, und $fſ = v^2$.

§. 83. Das Maaß der zur Bewegung angewandten Kraft, oder die **Größe der Bewegung** (quantitas motus), kann, wie jede intenſive Größe, nur aus ihrer Wirkung erwieſen werden. Da hier, wo wir die bewegten Körper als bloß träge denken, die Maſſe gar nicht in Anſchlag kommt, indem ſie die Beweglichkeit nicht vermehrt, noch vermindert (§. 65.), ſo kann auch bey der Größe der Bewegung bloß träger Körper nur die Geſchwindigkeit allein das Maaß der Kraft beſtimmen. Denn wenn

wenn Trägheit Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung iſt, ſo muß auch der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, ohne Sinn ſeyn, indem es ſo wenig Grade der Gleichgültigkeit, als der Ruhe geben kann.

§. 84. Wenn alſo die beſchleunigende Kraft (§. 82.) in einen Theil der Maſſe des bewegten Körpers zu wirken aufhört, ſo wird dadurch zwar die bewegende Kraft, aber nicht die Beſchleunigung der ganzen Maſſe vermindert werden; und die mit einer durch eine beſchleunigende Kraft bewegten Maſſe verbundene, bloß träge, Materie wird der beſchleunigenden Kraft der erſtern kein Hinderniß entgegenſetzen.

Geſetzt, es würde in einer Maſſe M ein Theil m derſelben von der Wirkung der beſchleunigenden Kraft f auf dieſelbe befreyet, und bliebe noch mit den übrigen Theilen verbunden, ſo wird die jetzige bewegende Kraft $p = f(M - m) <$ als P oder $f.M$ ſeyn; aber es wird die beſchleunigende Kraft dieſer beiden mit einander verbundenen Maſſen oder $g = \frac{f.(M-m)}{M-m} = f$, folglich unverändert ſeyn.

Von dieſem Satze werden wir in der Folge Anwendung zur Erklärung einer bis jetzt ſehr problematiſch geweſenen Naturbegebenheit machen.

§. 85. Hier, wo wir nur von den Kräften handeln, welche die bloß trägen Körper von außen her afficiren, kann die Größe dieſer Kraft nur aus der Beſchleunigung ermeſſen werden, die ſie ertheilt, weil die Maſſe, in ſo fern ſie träge iſt, kein Hinderniß der Beweglichkeit iſt. Die Kräfte ſind alſo gleich, wenn ſie gleiche Beſchleunigung; ungleich, wenn ſie ungleiche Beſchleunigung haben. Die Maſſe kömmt bey der Schätzung der Kraft eines bewegten Körpers

pers nur in ſo fern in Betracht, als dieſe Maſſe die Zahl der Theile dieſes Körpers anzeigt, deren jeder durch die beſchleunigende Kraft afficirt wird. Den in Bewegung befindlichen Körpern ſelbſt, wenn ſie bloß träge ſind, können wir keine bewegende Kraft zuſchreiben, weil Trägheit keine Kraft iſt. **Kraft** iſt eigentlich nur das, was Widerſtand zu leiſten vermag; die Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung kann ihnen aber keine Kraft zum Widerſtande in Ruhe oder in Bewegung ertheilen. Man ſollte alſo eigentlich ſagen: es gehört eine **Urſach** dazu, um bloß träge Körper aus Ruhe in Bewegung, oder aus Bewegung in Ruhe zu verſetzen, weil man beym Worte, Kraft, ſich gewöhnlich eine Anſtrengung, und dadurch eine Verminderung der Kraft denkt. Kraft wird nur da verwendet, wo Widerſtand iſt.

§. 86. Eine oder mehrere Kräfte, die nur nach einerley Richtung wirken, können den Körper auch nur nach der geraden Linie bewegen. Die Bewegung, wo ein Körper durch eine Kraft nur nach einerley Richtung getrieben wird, heißt eine **einfache Bewegung** (motus ſimplex), und man ſieht leicht ein, daß jede einfache Bewegung ſtets geradlinigt ſeyn müſſe.

§. 87. Drittes Geſetz der Bewegung: **Zwey gleiche Kräfte (§. 85.), die zu gleicher Zeit auf einen Körper nach entgegengeſetzten Richtungen wirken, heben ſich einander auf, und verurſachen keine Bewegung.**

Beſtätigung durch Verſuche mit Segners hydrauliſcher Maſchine, die in der Folge weiter angezeigt werden wird. Bringt man je zwey Oeffnungen der vier Seiten-

tenarme dieſer Maſchine gegen einander über, ſo wird ſie durch das ausſtrömende Waſſer nicht bewegt.

§. 88. Viertes Geſetz: **Wenn zwey ungleiche Kräfte zu gleicher Zeit nach entgegengeſetzter Richtung auf einen Körper wirken, ſo erfolgt die Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit der Differenz beider Kräfte.** Hier iſt die Bewegung ebenfalls nur einfach; denn ſie erfolgt nur nach der Richtung einer einzigen Kraft.

Beſtätigung durch Verſuche mit der vorigen Maſchine; an der die Oeffnungen von drey Seitenarmen nach einerley, die Oeffnung des vierten Armes nach der entgegengeſetzten Richtung geſtellt iſt.

§. 89. Wenn die Richtung der bewegenden Kräfte einander nicht entgegengeſetzt iſt, ſo müſſen ſie einen Winkel einſchließen. Da nun ein Körper, der von beiden zugleich getrieben wird, weder nach beiden zugleich gehen, noch ruhen kann; ſo muß er ſich nach einer dritten Richtung bewegen. Man ſieht leicht ein, daß dies die Diagonallinie des Parallelogramms ſeyn werde, von welchem beide Richtungen einen Winkel einſchließen, und daß er jene in eben der Zeit durchlaufen würde, welche er gebraucht hätte, wenn er durch jede einzelne Kraft die einzelnen Linien durchlaufen wäre, die den Winkel einſchließen.

Geſetzt, ein beweglicher Punct werde durch eine Kraft AB (Fig. 5.) nach der Direction AB, und durch eine andere Kraft AC, die mit der vorigen einen Winkel einſchließt, nach der Richtung AC zu gleicher Zeit ſich zu bewegen getrieben, ſo kann er nicht nach AB und AC zu gleicher Zeit gehen. Er kann aber auch nicht ruhen; denn dies könnte er nur, wenn AB und AC ſich einander directe entgegengeſetzt und gleich wären. Es bleibt kein anderer Weg für ihn, als der mittlere übrig, und dies iſt die Diagonallinie AD des Parallelogramms, das auf die Linien AB und AC aufgeſetzt werden kann.

Geſetzt,

Geſetzt, die beiden Kräfte wirkten nicht zu gleicher Zeit, ſondern nach einander, ſo wird der bewegliche Punct erſt nach B, und von da durch die Kraft AC = BC nach D geführt werden, und er wird alſo eben da ſeyn, wo er auf dem Wege durch die Diagonallinie angelangt ſeyn würde. Da hier die Bewegungen gleichförmig angenommen werden, ſo wird er, falls die Kräfte einzeln nach einander wirken, in der Hälfte der Zeit durch Ab = ½ AB, und hernach durch bd = Ac = ½ AC geführt werden, und in d, auf der Mitte der Diagonale AD, anlangen. Kurz, er wird am Ende jedes Zeittheilchens, wenn die Kräfte ihn einzeln führen, auf irgend einen Punct der Diagonale, und alſo am Ende der ganzen Zeit die gerade Linie AD beſchrieben haben.

§. 90. Die Bewegung des Körpers heißt in dieſem Falle eine **zuſammengeſetzte Bewegung** (motus compoſitus), und man verſteht unter derſelben überhaupt eine jede Bewegung eines Körpers, der von zwey oder mehrern Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen nicht in einerley gerade Linien fallen. Die beiden Kräfte, deren Richtung einen Winkel einſchließen, heißen die **äußern Kräfte**, die Bewegung durch die Diagonallinie ſieht man als durch eine **mittlere Kraft** hervorgebracht an.

§. 91. Das fünfte Geſetz der Bewegung heißt dieſemnach: **Wenn ein Körper von zwey Kräften zugleich, nach der Lage der Seiten eines Parallelogramms getrieben wird, ſo durchläuft er die Diagonallinie deſſelben in eben der Zeit, worin er die einzelnen Seiten durchlaufen wäre, welche die Richtungen der beiden Kräfte vorſtellen.**

Beſtätigung durch Verſuche mit der Eberhardſchen Diagonalmaſchine: Anwendung auf ein an beiden Ufern eines Fluſſes gezogenes Schiff; Anwendung auf den Fall eines Körpers von dem Maſtbaum eines Schiffes, das in vollem Segeln iſt; u. d. gl. Anwendung zur Widerlegung eines Einwurfs gegen die Umdrehung und Bewegung der Erde.

§. 92.

§. 92. Wenn die Länge der beiden Seitenlinien AB, AC (Fig. 5.) die Größe der Kräfte, die zu gleicher Zeit auf den beweglichen Punct wirken, oder ihre Geſchwindigkeit, und die Neigung derſelben gegen einander ihre Richtung ausdrückt, ſo drückt die Diagonale AD des Parallelogramms, das auf dieſe Linien errichtet iſt, die Größe oder die Geſchwindigkeit der Kraft aus, welche aus den ſie zuſammenſetzenden, und aus ihrer gleichzeitigen Wirkung entſpringt.

§. 93. Da die Diagonale eines Parallelogramms nie ſo groß ſeyn kann, als die Summe ſeiner beiden Seiten, ſo muß auch die durch dieſe Zuſammenſetzung entſtandene mittlere Kraft (§. 89.) oder Geſchwindigkeit kleiner ſeyn, als die Kraft oder Geſchwindigkeit, welche aus den beiden äußern Kräften entſtanden wäre, wenn ſie unmittelbar hinter einander gewirkt hätten. Der Raum, welchen der Körper bey dieſer Art der zuſammengeſetzten Bewegung durchläuft, iſt alſo nie ſo groß, als die Summe der beiden Räume der einzelnen Bewegung geweſen ſeyn würde.

§. 94. Der Raum iſt deſto größer, je kleiner der Winkel wird, welchen die Richtungen der einzelnen Bewegungen einſchließen, oder je mehr ſie conſpiriren; deſto kleiner, je größer dieſer Winkel wird, oder je mehr ſie divergiren.

Je kleiner nemlich der Winkel CAB (Fig. 5.) der Seitenkräfte wird, deſto weniger ſind ſich dieſe entgegengeſetzt, und deſto mehr wird alſo auch ihre Wirkung conſpiriren; und je größer der Winkel wird, deſto mehr werden die Seitenkräfte ſich einander entgegengeſetzt, deſto größer wird der Verluſt derſelben ſeyn.

Wenn wir GF und GH (Fig. 6.) eben ſo groß nehmen, als vorher AB und AC (Fig. 5.), aber ſie unter

ter einem kleinern Winkel zuſammen auf den beweglichen Punct wirken, ſo wird die Diagonale GD größer werden, als vorher AD (Fig. 5.) war; und wenn eben dieſe Kräfte HG und HD = GF (Fig. 6.) unter einem größern Winkel zuſammen auf den beweglichen Punct wirken, ſo wird die Diagonale HF, die er durchläuft, kleiner werden, als AD (Fig. 5.).

§. 95. Jede einfache Bewegung läßt ſich anſehen, als ob ſie aus zwey andern Kräften zuſammengeſetzt wäre, deren Richtungen einen Winkel einſchließen, und von deren gemeinſchaftlichen Wirkungen die durch die einfache Kraft hervorgebrachte Richtung die mittlere wäre; da es erlaubt iſt, jede gerade Linie als die Diagonale eines Parallelogramms ſich vorzuſtellen. Es läßt ſich alſo eine jede Kraft in zwey andere gleichwirkende zerlegen.

§. 96. Wenn ein Körper durch drey oder mehrere Kräfte getrieben wird, die nach verſchiedenen, nicht entgegengeſetzten, Richtungen auf ihn wirken, ſo kann man den Weg finden, den der Körper bey ſeiner Bewegung nimmt, wenn man erſt zwey davon zuſammenſetzt, die daraus entſtandene zuſammengeſetzte Bewegung als eine einfache betrachtet, und mit der dritten wieder zuſammenſetzt, u. ſ. w.

Geſetzt, ein beweglicher Punct wird (Fig. 7.) durch die Kräfte AB, AC, AD und AE zu gleicher Zeit ſollicitirt, ſo kann man erſt AB und AC zuſammenſetzen, und die gefundene mittlere Kraft Af als eine gleichwirkende einfache anſehen, dieſe wieder mit der aus AD und AE zuſammengeſetzten Ag zuſammenſetzen, und aus dieſen beiden Kräften Af und Ag die Richtung und Größe der Kraft beſtimmen, welche alle vorige einfache Kräfte zuſammengenommen hervorbrachten, indem man die Diagonale AK des Parallelogramms AfgK zieht, wovon die beiden gefundenen Kräfte Af und Ag die Seitenlinien ausmachen.

§. 97. Ein Körper bewegt ſich gegen einen andern gerade, wenn ſeine Directionslinie auf der

Fläche

Fläche des Körpers ſenkrecht ſteht; wenn hingegen dieſe mit der Fläche einen ſchiefen Winkel macht, ſo heißt man die Bewegung eine **ſchiefe**. Der Stoß an eine Kugel geht alſo **gerade** (directe), wenn die Directionslinie deſſelben verlängert durch den Mittelpunct der Kugel geht; in den übrigen Fällen geht er **ſchief** (oblique).

§. 98. Die Kraft, welche in einer ſchiefen Direction auf einen zu bewegenden Körper wirkt, kann, wie eine jede geradlinigte Richtung überhaupt (§. 95.), als eine aus zwey andern zuſammengeſetzte Bewegung betrachtet werden, wovon eine auf der Fläche des zu bewegenden Körpers ſenkrecht ſteht, die andere aber mit der Fläche parallel fortläuft.

Wenn eine Kraft in der ſchiefen Direction CD (Fig. 8.) auf die Fläche AB wirkt, ſo wird ſie nicht mit der Intenſität darauf wirken, als wenn ſie ſenkrecht auf AB ſtände. Nach dem Satze von der Zerlegung der Kräfte (§. 95.) beſteht CD aus der Kraft CE und CA = ED. CE geht parallel mit AB, hat alſo darauf keine Wirkung, folglich wirkt nur die Kraft ED, nach der Direction ED, und die Größe dieſes wirkenden Theils verhält ſich zur unverminderten Kraft, wie ED : CD. Je kleiner der Winkel in D wird, welchen CD mit AB macht, deſto kleiner wird die Größe der Wirkung von CD werden; denn deſto kleiner wird ED, und umgekehrt.

§. 99. **Jede Wirkung geſchiehet nur nach der Perpendiculärlinie des zu bewegenden Körpers, und bey einer ſchiefen Richtung wirkt nur ein Theil der Kraft.**

Anwendung hievon auf das Billard, auf die Bewegung eines Schiffes, dem der Wind nicht ganz günſtig iſt, auf die Bewegung der Flügel einer Windmühle, die ſchief gegen den Wind ſtehen.

Es ſey (Fig. 9.) eine Kugel AFG im Durchſchnitt durch ihren Mittelpunct c vorgeſtellt. Sie erleide auf ihrer Peripherie in A einen Stoß nach der Direction AB, ſo

daß

daß AB auch die Größe und Geſchwindigkeit der Kraft ausdrücke. Die Kugel wird ſich keinesweges in dieſer Richtung bewegen, indem AB ſchief auf der Fläche derſelben ſteht, wie alle Linien, welche nicht nach dem Mittelpunct der Kugel zugerichtet ſind. Nach dem Satze von der Zerlegung der Kräfte (§. 96.) können wir AB zerlegen in AM und AD; die letztere läuft nach der Richtung der Tangente von A, tAD, ſie kann alſo die Kugel nicht in Bewegung ſetzen und nicht darauf wirken, welches nur von AM geſchehen kann, die auf der Kugel ſenkrecht iſt, weil ſie nach c, dem Mittelpunct der Kugel, zugerichtet iſt. Die Bewegung der Kugel geſchiehet alſo nach M, und immer nach einer Richtung, die auf dem Puncte des Eindrucks der Kraft ſenkrecht iſt. Die Kraft AB leidet bey dieſer ſchiefen Richtung ebenfalls einen Verluſt, d. h. ihre Wirkung iſt nicht ſo groß, als bey der ſenkrechten, und die Größe, mit der ſie wirkt, verhält ſich zu ihrer unverminderten Größe wie AM : AB. Sie wirkt nur mit dem Theile der Kraft, der in Senkrechtheit enthalten iſt.

§. 100. Nach den bisher betrachteten Arten der Bewegung, ſowol der einfachen, als der zuſammengeſetzten, muß der bewegte Punct einen Weg zurücklegen, der eine gerade Linie iſt, und dieſe geradlinigte Bewegung (motus rectilineus) vermöge ſeiner Trägheit ſo lange behalten, bis eine andere Urſach ihn daraus verſetzt. Wenn alſo ein Körper eine krummlinigte Bewegung (motus curvilineus) hat, ſo muß wenigſtens noch eine Kraft wirkſam ſeyn, die ihn von ſeiner geradlinigten Bahn ablenkt, und dieſe Kraft muß ſtets und in jedem Augenblicke wirkſam ſeyn, ſonſt würde der Körper nach der Tangente ſeiner Bahn geradlinigt fortgehen.

§. 101. Jede krummlinigte Bewegung iſt alſo eine zuſammengeſetzte Bewegung, und ſie erfolgt, wenn durch eine ſtetige Kraft ein nach geradlinigter Bahn durch eine andere Kraft ſich fortbewegender Körper nach einem unveränderlichen Puncte abgelenkt

lenkt wird, der außerhalb der Richtung ſeiner Bewegung liegt. Da die Richtungen beider Kräfte einen Winkel einſchließen, ſo kann man ſich vorſtellen, daß die Bewegung nach der Diagonallinie eines Parallelogramms erfolge, wovon beide Richtungen den Winkel einſchließen; daß dieſe Diagonallinie aber unendlich klein ſey, und daß dieſerhalb der Körper in jedem Augenblicke eine andere unendlich kleine Diagonallinie beſchreiben müſſe, indem die Kraft, die ihn nach einem Puncte treibt, ſtetig ſeyn ſoll, folglich ihn in allen Augenblicken von der geradlinigten Bahn ablenkt, die er ſich ſelbſt überlaſſen fortgehen würde.

Beyſpiel an einer Schleuder.

Es befinde ſich ein Körper in A (Fig. 10.), und werde durch irgend eine Kraft in der Richtung Aa getrieben, ſo daß Aa auch die Geſchwindigkeit, oder den Raum in der Zeiteinheit angiebt; zu gleicher Zeit werde der Körper A durch eine andere Kraft nach C zu ſollicitirt, und dieſe Kraft ſey ſo groß, daß ſie den Körper A allein, in eben der Zeit, da er Aa zurücklegt, durch Aα führen würde. Es iſt aus dem vorhergehenden klar, daß der Körper A hier die Diagonale AB des auf die Linien Aa und Aα geſetzten Parallelogramms durchlaufen werde. Wenn er in B angelangt iſt, und nun keine andere Kraft weiter auf ihn wirkte, ſo würde er in einer gleichförmigen Bewegung fortgehen, und in der Zeiteinheit Bb = AB zurücklegen; aber bey ſeiner Ankunft in B ſoll die Kraft, die ihn nach C zu ſollicitirt, abermals wirkſam werden, und ihn eben ſo ſtark nach C zu beſchleunigen, als da er in A war, ſo wird er wieder in dieſer zweyten Zeiteinheit die Diagonale BD des Parallelogramms beſchreiben, das auf die Seitenlinien Bβ und Bb aufgeſetzt iſt. In der dritten Zeiteinheit würde er ſich ſelbſt überlaſſen durch Dd = BD gleichförmig fortgehen; aber in D treibt ihn eine Kraft wieder nach C mit einer Größe Dγ = Aα, und er durchläuft ſo in dieſer dritten Zeit die Diagonale DE des Parallelogramms DdγE, u. ſ. f.

Der wahre Weg des Körpers iſt alſo ABDE, und weil die Ablenkungen deſſelben von der geradlinigten Bahn nur in den Stellen A, B, D angenommen wor-

den ſind, ſo wird jener ein Theil des Umfangs von einem Vielecke ſeyn, wie man finden wird, wenn man ſich die Mühe nimmt, den Weg ferner durch genaue Zeichnung aufzuſuchen, wobey es ſich zugleich ergiebt, daß die anfänglich wachſenden Diagonalen hernach wieder abnehmen, dann wieder wachſen, und zuletzt wieder abnehmen.

Wenn nun die Kraft Aα nicht unterbrochen, und bloß in A, B und D, ſondern ſtetig wirkt, und alſo den Körper A in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen von ſeiner geraden Linie ablenkt, ſo beſchreibt der Körper alle Augenblicke eine andere unendlich kleine Diagonale AB, oder er hat alle Augenblicke eine andere Richtung; folglich beſchreibt er eine gegen C hohle krumme Linie.

§. 102. Am Ende jedes einzelnen Augenblicks befindet ſich bey dieſer krummlinigten Bewegung der Körper in der Richtung der Tangente, die durch den Punct gezogen werden kann, in welchem der Körper am Ende dieſes Augenblickes iſt, und nach der Richtung dieſer Tangente ſucht der Körper jeden Augenblick zu entfliehen.

Wenn der Körper A (Fig. 10.) durch eine Kraft nach der Richtung Aa getrieben, und durch eine andere Kraft Aα von dieſer Richtung ſtetig abgelenkt wird, ſo wird AB eine krumme Linie, wie in Fig. 11. Ab es iſt, die durch die ſtetige Wirkung der Kraft Aa auf den Körper, der nach AB ſich zu bewegen getrieben wird, nach C zu hervorgebracht wird. Befindet ſich nun der Körper in B, ſo ſucht er in der Richtung der Tangente Bb, die auf den Punct B (Fig. 10.) gezogen werden kann, nach b zu entfliehen; eben ſo auch, wenn er in D angelangt iſt, nach der Richtung der Tangente Dd, u. ſ. f.

§. 103. Die Kraft, welche den Körper ſtetig von der Richtung der Tangente zu der durchlaufenen krummen Linie zurückbringt, heißt die Centripetalkraft (vis centripeta); die Bewegung ſelbſt heißt auch Centralbewegung (motus centralis), und der Punct, nach welchem der Körper ſtets abgelenkt

lenkt oder gezogen wird, der **Mittelpunct der Kräfte** (centrum virium). Weil die zuſammengeſetzte Bewegung eines Körpers durch den Bogen Ab (Fig. 11.), zerlegt werden kann, in die Kraft, die den Körper in der Direction AB ſollicitirt, welche die Tangente des krummen Elements Ab oder des Puncts A iſt, und in die Kraft, die ihn nach der Richtung AC ſollicitirt, welche auf dem Elemente Ab oder der Tangente AB perpendiculär iſt, ſo nennt man jene Kraft die **Tangentialkraft** (vis tangentialis), dieſe, die mit der Centripetalkraft einerley iſt, die **Normalkraft** (vis normalis). Die Tangentialkraft AB läßt ſich, wie jede einfache Kraft, als zuſammengeſetzt annehmen, als ob ſie aus bA und bB beſtände. Der Theil bB der Tangentialkraft AB, der in der Richtung des Radii BC iſt, heißt die **Centrifugalkraft** (vis centrifuga). Dieſer Theil iſt der Centripetalkraft Aa gleich und entgegengeſetzt, und der übrige Theil Ab iſt es, welcher macht, daß der Körper in der Bewegung beharrt. Die Wirkung der Centripetalkraft wird durch die Linie Bb ausgedruckt, durch welche der Körper von der Tangente AB weggezogen wird; und dieſe Linie Bb iſt der Raum, welchen der Körper in der gegebenen Zeit, da er den Bogen Ab zurücklegt, durch die Wirkung der Centripetalkraft allein durchlaufen würde, und heißt das **Maaß der Centripetalkraft** (menſura vis centripetae). Dieſe Centripetalkraft und Centrifugalkraft zuſammen nennt man die **Centralkräfte** (vires centrales).

§. 104. Es iſt alſo eine doppelte Kraft nöthig, wenn ein Körper in einer krummen Linie bewegt werden ſoll, eine Normal- und eine Tangentialkraft (§. 101), wovon jede, wenn die andere aufhörte,

ihre ganze Wirkung verrichten würde. Wenn die Tangentialkraft plötzlich nachließe, ſo würde der Körper durch die Normalkraft nach den Mittelpunct C (Fig. 11.) geführt werden; und wenn die Normalkraft auf einmal aufhörte, ſo würde der Körper in ſeiner Richtung nach der Tangente fortgehen.

Wegen der ſo wichtigen Anwendung, die man von der Lehre von den Centralbewegungen und Centralkräften in der Phyſik machen kann, ohne welche ſich die Lehre von der Bewegung der Himmelskörper ſchlechterdings nicht gründlich vortragen und erlernen läßt, halte ich es für nöthig, hier etwas mehr davon beyzubringen, als man ſeit einigen Jahrzehnden in den Anfangsgründen der Naturlehre zu thun gewohnt geweſen iſt. Man kann es nach Gefallen beym Vortrag überſchlagen, oder weiter erläutern.

1) **Die vom Radius Vector bey der Centralbewegung beſchriebenen Flächenräume verhalten ſich wie die Zeiten, in denen ſie durchlaufen worden ſind.**

Wenn die Kraft Aα (Fig. 10.), die den Körper A von der geradlinigten Richtung ſeiner Tangentialkraft Aa ablenkt, ſtetig nach C wirkt, ſo wird die Bahn ABDE krummlinigt. Nehmen wir nun zugleich AB, BD und DE unendlich klein, ſo ſind es unendlich kleine Bogen, die wir wieder für gerade Linien halten können. Der Körper in A habe eine determinirte Geſchwindigkeit, um in dem Zeitelemente durch Aa zu gehn, er werde aber in eben dieſem Zeittheilchen gegen den Mittelpunct durch Aα gezogen; er wird dann die Diagonale AB des Parallelogramms Aa Bα in dieſem Zeittheilchen beſchreiben, und in B eine Geſchwindigkeit haben, die ihn im folgenden Zeitelemente nach der geraden Linie durch Bb = AB führen würde. Die Centripetalkraft wirkt aber von neuem, und zieht ihn aus B in β durch Bβ, er durchläuft alſo eine neue Diagonale BD vom Parallelogramm BbDβ, u. ſ. w. Die gerade Linie aus dem Mittelpunct der Kräfte in den bewegten Körper gezogen, wie CA, CB, CD, CE, heißt der Radius Vector, der nun in der einfachen Zeit den Flächenraum (aream) ACB, in der doppelten Zeit den Flächenraum ACB + BCD beſchreibt. Es iſt aber der Flächenraum BCD = ACB. Denn die Dreyecke ACB und BCb haben gleiche Grundlinien AB = Bb, und das gemeinſchaftliche Perpendikel CB zur Höhe; es iſt alſo ACB = BCb; da nun ferner die

Drey=

Dreyecke BCb und BCD zwiſchen einerley Parallelen BC und bD liegen, und eine gemeinſchaftliche Grundlinie BC haben, ſo iſt auch BCD = BCb, und folglich BCD = ACB. Es iſt alſo der vom Radius Vector in der einfachen Zeit beſchriebene Flächenraum zu dem in der doppelten Zeit beſchriebenen = ACB : ACB + BCD = ACB : 2ACB = 1 : 2.

2) **Die Geſchwindigkeit eines Körpers in jedem Puncte der krummen Bahn iſt im umgekehrten Verhältniß der Perpendicullinie aus dem Mittelpuncte der Kräfte auf die Tangente der krummen Linie an dieſem Puncte gezogen.**

Weil die Bewegung gleichförmig iſt (1), ſo verhält ſich die Geſchwindigkeit wie die Räume AB, BD, DE, u. ſ. w. (Fig. 10.) oder wie die Grundlinie der Dreyecke ACB, BCD, u. ſ. w.; da nun dieſe Dreyecke gleichen Innhalts ſind (1), ſo verhalten ſich die Grundlinien umgekehrt wie die Höhen, oder wie die Perpendikel, aus dem Mittelpunct der Kräfte C auf ſie gezogen; folglich verhält ſich auch die Geſchwindigkeit ſo.

Weil ferner die Grundlinien derſelbigen Dreyecke ſich verhalten wie die doppelten Flächenräume derſelbigen durch jene Perpendikel getheilt, ſo verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten gerade wie die Flächenräume, die in gleichen Zeiten durchlaufen ſind, und umgekehrt, wie jene Perpendikellinie; oder wenn die Geſchwindigkeit c, der Flächenraum a, das Perpendikel p heißt, ſo iſt $c = \frac{a}{p}$.

Wenn die Centralkraft ſtetig angenommen wird, ſo verwandelt ſich ABDE (Fig. 10.) in eine gegen den Mittelpunct der Kräfte C hohle krumme Linie, und ABb wird die Tangente des Bogens BD in B. Nehmen wir nun die Zeit unendlich klein, ſo wird das Element des Bogens Ab (Fig. 11.) mit der geraden Linie AB ſelbſt für einerley gehalten werden können. Der Flächenraum ACb wird den Zeiten der Bewegung proportional ſeyn (1), und ſo werden ſich auch die Geſchwindigkeiten in verſchiedenen Puncten der krummen Linie umgekehrt, wie die Perpendikel aus dem Mittelpunct der Kräfte auf die Tangente, verhalten, oder ſie werden ſich verhalten directe, wie die in gleichen Zeiten durchlaufenen Flächenräume, und umgekehrt wie jene Perpendikellinie.

3) **Bey der Kreisbewegung iſt die Geſchwindigkeit in allen Puncten gleich, oder die Bewegung eines im Kreiſe bewegten, und durch eine nach dem Mittelpunct des Kreiſes ſtrebende Centripetalkraft getriebenen Körpers, iſt gleichförmig.**

Die vom Radius Vector beſchriebenen Flächenräume ſind in gleichen Zeiten gleich groß (1). Dieſer Satz gilt für alle Centralbewegungen. Bey der Bewegung im Kreiſe ſind dieſe Flächenräume Sectoren des Kreiſes, denen, wenn ſie gleich ſind, gleiche Bogen des Kreiſes zugehören. Da bey dem Kreiſe die Perpendikellinie auf die Tangente aus dem Centro dem Halbmeſſer oder dem Radius Vector gleich iſt, die Radii aber in dem Kreiſe ſich alle gleich ſind, ſo wird auch die Geſchwindigkeit allenthalben gleich, folglich die Bewegung gleichförmig ſeyn.

4) **Je mehr ſich die krummlinigte Bahn dem Kreiſe nähert, deſto mehr kömmt die Bewegung der Gleichförmigkeit nahe.**

5) **In allen krummlinigten Bahnen iſt die Geſchwindigkeit in denen dem Mittelpunct der Kräfte näher liegenden Stellen größer, als in den mehr davon entfernt liegenden Stellen.**

Dieſer Satz folgt unmittelbar aus 2.

6) **Die Umlaufszeiten** (tempora periodica) **bey der Centralbewegung ſind die, welche die Körper brauchen, um die ganze Bahn, worin ſie bewegt werden, zu vollenden. Sie ſind in einem zuſammengeſetzten Verhältniß aus dem directen der Umkreiſe, und den verkehrten der Geſchwindigkeiten.**

Dieſer Satz folgt aus dem oben (§. 74. Anm.) angeführten allgemeinen Satze der gleichförmigen Bewegung. Da die Umkreiſe K, k die Räume ſind, welche die Körper zurücklegen, ſo werden auch hier die Umlaufszeiten $T : t = \frac{K}{C} : \frac{k}{c}$ ſeyn, wo C, c die Geſchwindigkeit bedeuten.

Eben ſo folgt auch aus dieſem Satze und (1), daß ſich die ganze Umlaufszeit zu der Zeit, die zum Durchlaufen in einem Bogen verwandt wird, verhält, wie der Flächenraum des Kreiſes zum Flächenraume des Sectors, den der Bogen mit den radiis vectoribus auf ihn gezogen bildet.

7) Wenn um den Mittelpunct der Kräfte ein Kreis beſchrieben wird, deſſen Flächenraum dem der Bahn gleich iſt, welche der Körper mit ungleichförmiger Bewegung beſchreibt, und nun angenommen wird, daß der Körper in dieſem Kreiſe mit einer Geſchwindigkeit bewegt werde, die zwiſchen der größeſten und kleinſten Geſchwindigkeit ſeiner wirklichen Bewegung die mittlere

iſt,

iſt, ſo wird er dieſen Kreis in eben der Zeit beſchreiben, worin er ſeine wirkliche Bahn durchläuft.

Auch dieſer Satz folgt aus (1).

8) Die Bewegung in jeder krummen Linie kann folglich auf die Bewegung im Kreiſe zurückgebracht werden, und die Radii dieſes Kreiſes heißen die mittlern Diſtanzen (diſtantiae mediae) des Körpers. Die Umlaufszeiten ſind im geraden Verhältniß der mittlern Diſtanzen vom Mittelpunct der Kräfte, und dem umgekehrten der Geſchwindigkeiten.

Wenn wir die mittlern Diſtanzen D, d, und die Geſchwindigkeiten V, v nennen, ſo ſind alſo die Umlaufszeiten $T : t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$. Denn da die Umlaufszeiten im geraden Verhältniß der Umkreiſe ſind (6), die Umkreiſe aber, wie aus der Geometrie bekannt iſt, ſich wie die Radii der Zirkel, oder wie die Diſtanzen vom Mittelpunct des Kreiſes verhalten, ſo werden ſich auch die Umlaufszeiten wie dieſe verhalten müſſen. Die Zeiten aber verhalten ſich verkehrt wie die Geſchwindigkeiten, wenn die Räume gleich ſind.

9) Die Geſchwindigkeiten ſtehen im geraden Verhältniß der mittlern Diſtanzen vom Mittelpunct der Kräfte, und im umgekehrten der Umlaufszeiten.

Es iſt dieſemnach $V : v = \frac{D}{T} : \frac{d}{t}$. Der Satz iſt eine Folge des vorigen, verglichen mit §. 74.

10) Wenn zwiſchen der Centripetal- und Tangentialkraft einerley Verhältniß ſtets ſtattfindet, ſo wird der Körper, der durch dieſe Kräfte getrieben wird, in einem Kreiſe bewegt werden, deſſen Mittelpunct mit dem Mittelpunct der Kräfte übereinkömmt, und umgekehrt. In jedem andern Fall wird die Bahn vom Kreiſe verſchieden ſeyn.

Wenn (Fig. 12.) der Körper A um das Centrum der Kräfte C getrieben wird, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, daß er in der Zeiteinheit, da er nach der Richtung der Tangentialkraft den Raum AB durchlaufen würde, durch die gemeinſchaftliche Wirkung der Centripetalkraft den Bogen Ab beſchreibt, ſo wird die Schwungkraft Bb auch das Maaß der Centripetalkraft ſeyn, falls wir den Bogen Ab unendlich klein nehmen. Er wird alſo in b wieder eben ſo weit von C abſtehen. In der folgenden Zeiteinheit würde die Tangentialkraft allein ihn bis D geführt haben; er iſt aber unterdeſſen wieder durch die Centripetalkraft durch Dd = Bb abgelenkt worden, und alſo eben ſo weit wieder

vom

vom Mittelpunct der Kräfte C entfernt. Da nun, wenn wir die Bogen Ab, bd unendlich klein nehmen, die Centrifugalkraft Bb und Dd auch das Maaß der Centripetalkraft iſt, ſo wird dieſe auch immer mit der Schwungkraft im Gleichgewicht ſeyn, und es wird alſo der Körper in allen Puncten ſeiner Bahn gleich weit vom Mittelpunct der Kräfte entfernt bleiben, folglich im Kreiſe bewegt werden, deſſen Mittelpunct auch der Mittelpunct der Kräfte iſt.

11) **Die Centripetalkraft eines Körpers bey der Bewegung im Kreiſe iſt gleich dem Quadrate des in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogens durch die doppelte Diſtanz deſſelben vom Mittelpunct der Kräfte dividirt; oder ſie iſt gleich dem Quadrate der Geſchwindigkeit dividirt durch dieſe doppelte Diſtanz vom Mittelpunct der Kräfte.**

Nennen wir die Centripetalkraft P, den in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogen α, die Entfernung vom Mittelpunct der Kräfte D, und die Geſchwindigkeit V; ſo iſt $P = \frac{\alpha^2}{2D}$, oder $P = \frac{V^2}{2D}$.

Es ſey nemlich (Fig. 13.) Ab der in der Zeiteinheit durchlaufene Bogen, und er werde klein genug angenommen, ſo daß er für eine gerade Linie = AB angeſehen werden könne, die ſeine Tangente iſt; dann wird aber auch EB parallel ſeyn mit EA. Bb iſt die Centrifugalkraft. Aus b ziehe man die Perpendicullinie ba auf AE, ſo wird Aa = Bb, und Bb alſo auch das Maaß der Centripetalkraft abgeben. Es iſt aber EA : AB = AB : Bb; denn die Dreyecke EAB und ABb ſind einander ähnlich, weil der Winkel EAB = AbE, und daher auch AbB ein rechter Winkel, die beide den gemeinſchaftlichen Winkel ABb haben; es iſt alſo der dritte Winkel AEB = BAb, und beide Dreyecke EAB und AbB ſind ähnlich. Eben ſo ſind auch die Dreyecke EAb und Aba ähnlich. Denn der Winkel EbA iſt ein rechter, und gleich Aab, der Winkel EAb iſt für beide Dreyecke gemeinſchaftlich, daher iſt der dritte Winkel AEb. = Aba, und zwey gleichwinkligte Dreyecke ſind ähnlich. Es verhält ſich alſo auch EA : Ab = Ab : Aa; alſo $Aa = \frac{Ab^2}{EA}$. Aa drückt aber die Centripetalkraft = P, und Ab den in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogen α aus, folglich iſt $P = \frac{\alpha^2}{EA}$. EA iſt der Durchmeſſer des Kreiſes = 2AC, oder der doppelten Entfernung (D) des Beweg-

weglichen A vom Mittelpuncte C; alſo iſt $P = \frac{\alpha^2}{2D}$. Da AB $= \alpha$ den Raum ausdrückt, die Räume aber den Geſchwindigkeiten proportional ſind, wenn die Zeiten gleich ſind; ſo kann für α auch die Geſchwindigkeit V ſubſtituirt werden, und alſo wird auch $P = \frac{V^2}{2D}$ ſeyn.

Aus dieſen Formeln folgt denn nun auch für die Kreisbewegung, daß $V = \sqrt{P(2D)}$, und daß $D = \frac{V^2}{2P}$.

12) Wenn zwey bewegliche Puncte in Kreiſen von verſchiedenen Durchmeſſern gleiche Umlaufszeiten haben, ſo verhalten ſich ihre Centripetalkräfte wie ihre Diſtanzen vom Mittelpunct der Kräfte.

Dieſer Satz folgt unmittelbar aus dem vorigen. Es werde ein Körper A (Fig. 14.) in einer Kreisbewegung um den Mittelpunct C geführt, und beſchreibe den Kreis AGFE in eben der Zeit, da a den kleinern Kreis agfe zurücklegt. Es iſt klar, daß A in D ſeyn wird, wenn a ſich in d der Peripherie befindet. Aus dem Vorhergehenden iſt bekannt, daß der Theil BD und bd der auf die Tangenten AB und ab von C gezogenen Linie die Centripetalkraft ausdrückt. Da nun bekanntlich die Bogen AD und ad ſich verhalten wie die Halbmeſſer CA und ca, dieſe aber die Diſtanzen des A und a vom Mittelpuncte der Kräfte oder des Kreiſes ausdrücken, ſo werden ſich auch dieſe Bogen verhalten wie die Diſtanzen des A und a vom Mittelpuncte. Die Centralkräfte verhalten ſich aber (11), wie die Quadrate der Bogen dividirt durch die doppelte Diſtanz vom Mittelpunct. Es verhält ſich alſo $BD : bd = \frac{AD^2}{2AC} : \frac{ad^2}{2aC}$. Setzen wir nun den Halbmeſſer $AC = 2$, und den $aC = 1$, ſo ſind auch die Bogen AD und ad wie $2 : 1$, und wir erhalten folglich $BD : bd = \frac{2^2}{2+2} : \frac{1^2}{1+1} = \frac{4}{4} : \frac{1}{2} = 2 : 1$, folglich gleich den Diſtanzen des A und a von C.

13) Wenn zwey bewegliche Puncte in gleicher Entfernung vom Mittelpunct der Kräfte mit ungleicher Geſchwindigkeit bewegt werden, ſo verhalten ſich ihre Centripetalkräfte wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

Dieſer

Dieſer Satz fließt wiederum aus (11). Wenn (Fig. 15.) zwey Körper Q und q eine Kreisbewegung haben, dergeſtalt, daß in der Zeiteinheit Q den Bogen Ab, und q den Bogen Ad, beide in gleicher Entfernung AC vom Mittelpunct ihrer Kräfte beſchreiben, ſo werden ſich nach (11) ihre Centripetalkräfte verhalten, wie $\frac{Ab^2}{2AC} : \frac{Ad^2}{2AC} = Ab^2 : Ad^2$. Wenn ſich nun die Bogen Ab : Ad verhalten wie 1 : 2, und die Diſtanz AC = 1 geſetzt wird, ſo iſt die Centripetalkraft von Q zu der von q $= \frac{1^2}{1+1} : \frac{2^2}{1+1} = 1^2 : 2^2$. Da ſich nun die Räume verhalten wie die Geſchwindigkeiten, wenn die Zeiten gleich ſind, ſo werden ſich auch die Centripetalkräfte verhalten wie $\frac{V^2}{2AC} : \frac{v^2}{2AC} = V^2 : v^2$, d. i., wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

14) **Wenn zwey bewegliche Puncte in ungleich großen Kreiſen mit gleicher Geſchwindigkeit bewegt werden, folglich ungleiche Umlaufszeiten haben, ſo verhalten ſich ihre Centripetalkräfte umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Mittelpunct.**

Geſetzt, der Körper A (Fig. 14.) laufe bey der Entfernung AC = 2 vom Mittelpunct der Kräfte C in der Zeiteinheit durch den Bogen AD, während der Körper a bey der Entfernung ac = 1 vom Mittelpunct der Kräfte, den Bogen af = AD durchläuft, ſo wird nach (11) die Centripetalkraft des A zu der von a ſich verhalten wie $\frac{AD^2}{2AC} : \frac{Af^2}{2aC} = \frac{1}{4} : \frac{1}{2} = 1 : 2$, folglich verkehrt wie Diſtanz von C.

Aus dieſem Satze folgt dann auch

15) **daß, wenn die Diſtanzen zweyer in einer Kreisbewegung befindlicher Puncte vom Mittelpuncte, ſo wie ihre Umlaufszeiten ungleich ſind, ihre Centripetalkräfte ſich verhalten, wie ihre Entfernungen vom Mittelpunct dividirt durch das Quadrat ihrer Umlaufszeit.**

Wenn z. B. (Fig. 14.) A ſeine doppelt ſo große Bahn AGFE in der Zeit T = 2 vollendet, da a ſeinen Kreis aefg in der Zeit t = 1 vollendet, ſo wird die Centripetalkraft von A zu der a ſeyn $= \frac{AC}{T^2} : \frac{aC}{t^2} = \frac{2}{2^2} : \frac{1}{1^2} = \frac{2}{4} : \frac{1}{1} = \frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$; folglich, wie vorher (14.).

16)

16) Wenn ſich die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunct der Kräfte, ſo ſind die Centralkräfte verkehrt wie die Quadrate der Diſtanzen.

Wenn wir in der vorigen Formel ſtatt T^2, t^2, hier nach der Vorausſetzung die proportionalen Quantitäten AC^3, ac^3 ſubſtituiren, ſo erhalten wir für die Centralkräfte des A und a, das Verhältniß von

$$\frac{AC}{AC^3} : \frac{aC}{aC^3} = \frac{1}{AC^2} : \frac{1}{aC^2} = aC^2 : AC^2.$$

* * *

Die Beſtimmung der Centripetalkräfte für andere Arten der Centralbewegung ſetzt nun freylich ſchon etwas mehr, als die gewöhnlichen Elementarkenntniſſe der Geometrie voraus; indeſſen will ich doch hier einige Reſultate dieſer Beſtimmungsarten geben, um dadurch eben die Nothwendigkeit eines tiefern Studiums der Mathematik in der Naturlehre zu zeigen.

17) Wenn ein beweglicher Punct durch Centralkräfte getrieben irgend eine krumme Linie ABC (Fig. 16.) beſchreibt, ſo nimmt man Rückſicht auf den Bogen Br, der in dem Zeitelemente beſchrieben worden iſt, auf deſſen Tangente TBH aus dem Mittelpuncte der Kräfte F das Perpendikel FT, was die Normallinie heißt, gefällt wird, und durch welchen Bogen man einen Kreis DBC gehend annimmt, der eben die Krümmung als dieſer Bogen hat, und der Krümmungskreis (circulus oſculator), ſo wie ſein Halbmeſſer der Krümmungshalbmeſſer genannt wird. Es läßt ſich nun erweiſen, daß, wenn ein beweglicher Punct irgend eine krumme Linie ABC beſchreibt, die in B die Krümmung des Krümmungskreiſes DBC hat, und der Mittelpunct der Kräfte außerhalb dem Mittelpunct des Krümmungskreiſes liegt, die Centralkraft P in einem umgekehrten zuſammengeſetzten Verhältniſſe des Quadrats der Normallinie und des einfachen der Sehne des Krümmungsbogens ſey, die durch den Anfang dieſes Bogens und den Mittelpunct der Kräfte geht; oder auch, daß die Centripetalkraft in jeder gegebenen krummen Linie ſich verhalte, wie der Radius Vector dividirt durch den Würfel der Normallinie, und den doppelten Krümmungshalbmeſſer.

Es ſey (Fig. 16.) in B ein beweglicher Punct, der in dem Zeitelemente den unendlich kleinen Bogen Br durchlaufe, indem ihn die Centripetalkraft von der Tangente BH um das Raumtheilchen Hr = Bi ablenkt, was er, wenn die Centripetalkraft allein wirkte,

te, in eben der Zeit mit beſchleunigter Geſchwindigkeit durchlaufen würde. Da Bi = P eine ſtetige Kraft iſt, ſo ſteht ſie im geraden Verhältniß des Raums, und im umgekehrten des Quadrats der Zeit, folglich iſt $P = \frac{Bi}{t^2}$. Die Zeit t wird aber vorgeſtellt durch den Flächenraum zwiſchen den beiden Radiis Vectoribus FB und Fr, und dem Bogen Br, oder durch das Dreyeck BFr; da Br mit der Tangente einerley genommen wird, ſo iſt die Höhe des Dreyecks auch FT und die Grundlinie Br. Man erhält den Flächenraum des Dreyecks, wenn man die Grundlinie mit der halben Höhe multiplicirt, oder $\frac{Br \times FT}{2}$. Subſtituiren wir dafür den doppelten Flächenraum, damit das Verhältniß einerley bleibt, ſo iſt $t = Br \times FT$. Da ſich nun P verhält wie $\frac{Bi}{t^2}$, ſo wird auch, weil $t = Br \times FT$ iſt, $P = \frac{Bi}{Br^2 \times FT^2}$. Es verhält ſich $Bo : Br = Br : BE$, und daher iſt auch $BE \times Bo = Br^2$; ferner iſt $Bo : Bi = BS : BE$, und daher $Bo \times BE = Bi \times BS = Br^2$. Setzt man alſo in der vorigen Formel ſtatt Br^2 dieſen Werth, ſo erhält man für $P = \frac{Bi}{Bi \times BS \times FT^2} = \frac{1}{BS \times FT^2}$ oder die Centripetalkraft iſt im umgekehrt zuſammengeſetzten Verhältniß der Sehne des Krümmungsbogens und des Quadrats der Normallinie.

Da $FB : FT = BE : BS$, ſo iſt auch $BS = \frac{BE \times FT}{FB}$, und daher auch $P = \frac{FB}{BE \times FT^3}$, oder gleich dem Radius Vector FB dividirt durch BE = 2 BN oder den doppelten Krümmungshalbmeſſer und den Würfel der Normallinie FT.

18) **Wenn die Centralbewegung einen Kegelſchnitt beſchreibt, ſo iſt die Centralkraft im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Brennpuncte, als dem Mittelpuncte der Kräfte.**

Oder es iſt (nach Fig. 16.) $P = \frac{1}{FB^2}$.

Es ſey nemlich CBA ein Kegelſchnitt, BK der Semiparameter, und BN der Krümmungshalbmeſſer, ſo iſt dieſer $= \frac{BM^3}{BK^2}$, folglich der Durchmeſſer des Krümmungskreiſes $BE = \frac{2BM^3}{BK^2}$. Wenn wir dies

in

in der vorigen Formel (17.) für BE ſubſtituiren, ſo iſt $P = \frac{FB \times BK^2}{2BM^2 \times FT^2}$. Ueberdem iſt BM : BK = FB : FT; daher iſt auch $FT^2 = \frac{BK^2 \times FB^2}{BM^2}$, folglich wenn dies auf die vorige Formel angewendet wird, ſo iſt $P = \frac{FB \times BK^2 \times BM^2}{2BM^2 \times BK^3 \times FB^3} = \frac{1}{2BK \times FB^2}$, oder, wegen des unveränderlichen 2BK, $= \frac{1}{FB^2}$.

So läßt ſich nun auch umgekehrt beweiſen, daß, wenn ein Körper durch eine ſolche Kraft nach dem Mittelpunct der Kräfte F getrieben wird, ſeine Bahn ein Kegelſchnitt iſt.

19) Wenn ein Körper in der Ellipſe bewegt wird, und der Mittelpunct der Kräfte der eine Brennpunct der Ellipſe iſt, ſo ſteht die Centralkraft im geraden Verhältniß der halben Zwergachſe, und im umgekehrten zuſammengeſetzten des doppelten Quadrats der halben zugeordneten Achſe und des Quadrats des Radius Vector. Der Körper, der in der Ellipſe (Fig. 17.) bewegt wird, hat die größeſte Geſchwindigkeit in der Apſide A, die dem Mittelpunct der Kräfte S näher iſt; die kleinſten in der entgegengeſetzten B. Es wächſt alſo die Geſchwindigkeit durch die eine Hälfte der Ellipſe, CAD, und nimmt ab durch die andere, DBC. Die Zeit, welche der Köper braucht, um von der einen Apſide A zur entgegengeſetzten B zu kommen, iſt die Hälfte der Umlaufszeit; die Zeit aber, welche der Körper braucht, um von einem Puncte ſeiner Bahn, z. B. von E, nach dem entgegengeſetzten e zu kommen, iſt kürzer, wenn die dem Mittelpunct der Kräfte nähere Apſide in dieſer Bahn liegt; länger, wenn der Körper durch die obere Apſide geht, z. B., wenn er den Theil der Bahn G bis g zurücklegt.

Der Zweck verbietet, hier mehrere Reſultate beyzubringen. Das Beygebrachte iſt hinreichend, um davon in der Folge bey der Lehre von der Bewegung ſchwerer Körper in krummen Bahnen, und der Himmelskörper ſo viel Anwendung zu machen, als es in einem Lehrbuche der Naturlehre erlaubt iſt.

Für das weitere Studium dieſer Lehre von der Centralbewegung und ihrer Anwendung ſind zu empfehlen: *Chriſt. Hugenius* de vi centrifuga, in ſeinen *opuſcul. poſthum.* T. II. *Amſtelod.* 1728. 4. S. 107. ff.; *Newton* oben angef. *Princip. philoſ. natur.*; *Joh. Bernoulli* oper. *Lauſannae* 1742. IV. Vol. 4.; *S' Graveſande* oben angef. *elementa phyſices* T. I.; *Io. Keilii* introductio ad ve-

veram Phyſicam et ad veram aſtronomiam, Lond. 1719. 8. *Ioh. Boſcovich* de inaequalitatibus, quas Saturnus et Iupiter ſibi mutuo videntur inducere, Romae 1756. 8. *Leon. Euleri* Mechanica, Petropol. 1736. II. Vol. 4. *Maclaurin* expoſition des decouvertes de Newton, Paris 1756. 4. *La Caille* Leçons d' aſtronomie, à Paris 1761. 8., und beſonders Käſtners Anfangsgründe der höhern Mechanik, oder der mathematiſchen Anfangsgründe IV. Th. 1 Abth.

Dritter Abſchnitt.

Von den Grundkräften der Materie.

§. 105.

Bisher haben wir die Materie als bloß träge, ohne inhärirende Kräfte betrachtet, und bey der Lehre von der Bewegung im Vorigen nur willkührlich Kräfte angenommen, die von außen her das träge Bewegliche afficirten, und es in Bewegung verſetzten. Jetzt betrachten wir die Materie, in ſo fern in der wirklichen Natur Kräfte in ihr befindlich ſind, die ſie in Bewegung zu verſetzen ſtreben, oder in ihrer Bewegung hemmen, und deren Wirkung wir an den Phänomenen der Körperwelt wahrnehmen.

§. 106. **Kraft** (vis) nenne ich überhaupt, was Widerſtand leiſtet; Widerſtand aber iſt das, was die zur Veränderung des Zuſtandes angewandte Kraft vermindert. Wenn alſo der Materie bewegende Kräfte inhäriren, ſo wird ſie dadurch in jeder Richtung, die nicht mit der urſprünglichen Richtung der ihr inhärirenden Kraft zuſammenfällt, widerſtehen, und folglich die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft vermindern. Aber auch ſelbſt in der Richtung, die mit ihrer urſprünglichen Kraft zuſammenfällt,

fällt, wird ſie Widerſtand leiſten, falls die zu ihrer Bewegung in dieſer Richtung angewandte Kraft größere Beſchleunigung hat, als die ihr inhärirende.

§. 107. Wenn alſo eine Kraft in eine Materie nach einer Richtung oder mit einer Beſchleunigung wirkt, die nicht mit der Richtung oder Beſchleunigung der der Materie inhärirenden Kraft übereinkömmt, ſo wird ſie nothwendig eine Veränderung erleiden, die nach der Größe des Widerſtandes in einer völligen Aufhebung ihrer Bewegung (nach §. 87.) oder in einer Verminderung ihrer Beſchleunigung (nach §. 88.) beſtehen wird. Hinwiederum muß aber auch die Beſchleunigung der Kraft, welche der Materie inhärirt, durch die Anwendung der Kraft, die ſie nach einer andern Richtung in Bewegung zu ſetzen ſtrebt, ebenfalls ſo viel verlieren, als dieſe letztere beträgt. Bey gleichem Widerſtande und gleicher wirkenden Kraft wird dieſe wechſelſeitige Verminderung nach Maaßgabe der Größe des Winkels ſtattfinden, welche die Richtung der Kraft, die Bewegung hervorzubringen ſtrebt, und diejenige mit einander machen, die der Materie urſprünglich inhärirt (nach §. 99.).

Erläuterung durch Gewichte, die an einem Seil über eine Rolle gezogen ſind.

§. 108. Dieſe wechſelſeitige Verminderung der Kraft und Gegenkraft nennt man **Gegenwirkung** (reactio), und es iſt aus dem Geſagten klar, daß **Kraft und Gegenkraft ſich immer gleich ſeyn müſſen.** Die zur Bewegung der widerſtehenden Materie angewandte Kraft kann nemlich nur in ſo fern vermindert werden, in ſo fern ſie Widerſtand findet, und ſie kann dieſe mit keiner größern Geſchwin-

ſchwindigkeit bewegen, als welche nach Ueberwindung des Widerſtandes übrig bleibt, nicht mit ihrer urſprünglichen. Es fließt von ſelbſt aus dem Geſetz der Gegenwirkung, daß die Anwendung der Kraft auf einen Gegenſtand am größeſten iſt, wenn dieſer vollkommen widerſteht; daß ohne Widerſtand keine Anwendung, d. h., keine Verminderung der Kraft möglich iſt, und daß kein Körper in Bewegung geſetzt werden kann, wenn die bewegende Kraft und der Widerſtand urſprünglich in ihm ſelbſt ſind.

Wenn ein Pferd eine Kraft hat, die 10 Centner Laſt zu überwältigen vermögend wäre, und es ſoll einen Stein, der durch eine ihm inhärirende Kraft, nemlich die der Gravitation, nach dem Mittelpuncte der Erde zu ſollicitirt wird, und deſſen bewegende Kraft einen Druck von 8 Centnern hervorbringt, nach einer auf der Richtung der Gravitation ſenkrechten, alſo horizontalen Richtung aus Ruhe in Bewegung verſetzen, ſo wird es dazu weniger als 10 Centner Kraft verwenden können, nicht mehr; ſeine actio in corpus wird unter 10 Centner ſeyn, wenn gleich die actio corporis 10 Centner wäre.

§. 109. Wenn nun der Materie ſelbſt Kräfte inhäriren, die ſie urſprünglich in Bewegung zu verſetzen ſtreben, und die ihr folglich Widerſtand ertheilen, ſo wird bey Betrachtung der Größe der Bewegung ſolcher bewegten Körper nicht bloß die **Geſchwindigkeit**, wie bey der Bewegung bloß träger Körper (§. 83.) ſondern auch die **Maſſe** in Anſchlag gebracht werden müſſen, deren einzelne Atome der ihr inhärirenden Kraft unterworfen ſind. Wenn nemlich jedes Atom der Materie von der ihr inhärirenden Kraft afficirt wird, ſo wird bey gleicher Beſchleunigung dieſer inhärirenden Kraft der Widerſtand um deſto größer ſeyn, je größer die Anzahl der Atome, d. h. je größer die Maſſe iſt, die von dieſer Kraft afficirt wird. Denn doppelt ſo viel widerſtehen-

hende Materie enthält doppelt ſo viel Kraft zum Widerſtande, und wird alſo auch zur gleichen Veränderung ihres Zuſtandes eine doppelt ſo große Kraft erfordern, als die einfache Maſſe.

§. 110. **Widerſtehende Maſſe** iſt alſo die Anzahl der Atome der Materie eines beſtimmten Raums, die durch eine ihr beywohnende Kraft zu einer Bewegung ſollicitirt werden, und daher in jeder andern Richtung und Geſchwindigkeit, die ihr mitgetheilt wird, und welche von der Richtung und Geſchwindigkeit der ihr beywohnenden Kraft verſchieden iſt, widerſtehen. Das Product aus der inhärirenden **beſchleunigenden** Kraft in die Anzahl dieſer Atome heißt die **bewegende Kraft**, wie ſchon oben (§. 82.) angeführt worden. Durch Verminderung dieſer Atome wird zwar die bewegende Kraft, und dadurch der Widerſtand, aber nicht die beſchleunigende Kraft der noch übrigen Maſſe vermindert werden. Eine bloß träge Maſſe iſt nie eine widerſtehende Maſſe, weil Trägheit keine Kraft iſt (61. 65.); ſie erfordert zwar, weil ſie träge iſt, eine Urſach zur Aenderung des Zuſtandes, aber ſie vermindert die dazu gebrauchte Kraft nicht.

§. 111. Wenn zwey ruhende Körper von gleicher widerſtehender Maſſe nach einerley Richtung *) bewegt werden ſollen, ſo erfordern ſie natürlicherweiſe einerley Maaß der Kraft, um ſich mit einerley Geſchwindigkeit zu bewegen; ungleiche widerſtehende Maſſen erfordern ohne Zweifel ein ungleiches Maaß der Kraft, um gleiche Geſchwindigkeit dadurch zu erhalten; ſo ſetzt auch wol ungleiche Geſchwindigkeit gleicher widerſtehenden Maſſen ein un-

ungleiches Maaß der Kraft voraus. Eben ſo leiſten auch bewegte Körper von gleichen Maſſen und ungleicher Geſchwindigkeit, oder auch von gleicher Geſchwindigkeit und ungleichen Maſſen ungleichen Widerſtand.

*) Ich ſage, wenn die Bewegung nach einerley Richtung geſchehen ſoll. Denn eine verſchiedene Richtung wird mit derjenigen Richtung, in welcher die der widerſtehenden Maſſe beywohnende urſprüngliche Kraft dieſe ſollicitirt, einen verſchiednen Winkel machen, und daher wird, wie aus der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte (§. 94.) bekannt iſt, die Anwendung der Kraft verſchiedentlich groß ſeyn müſſen, wenn bey gleichen Maſſen die Geſchwindigkeit gleich ſeyn ſoll.

§. 112. Die Größe der Bewegung der Körper von widerſtehender Maſſe hängt ſolchergeſtalt von ihrer widerſtehenden Maſſe und ihrer Geſchwindigkeit ab, und ſie muß aus beiden ermeſſen werden. Es folgt aus dem vorigen:

1) Die Größe der Bewegung zweyer Körper verhält ſich wie die widerſtehenden Maſſen derſelben, wenn die Geſchwindigkeit gleich iſt.

2) Die Größe der Bewegung verhält ſich wie die Geſchwindigkeiten, wenn die widerſtehenden Maſſen gleich ſind.

3) Ueberhaupt verhält ſich die Größe der Bewegung, wie die Producte der widerſtehenden Maſſe in die Geſchwindigkeit.

4) Die Größen zweyer Bewegungen ſind einander gleich, wenn die widerſtehenden Maſſen ſich umgekehrt verhalten, wie ihre Geſchwindigkeiten.

Wenn wir die Größen der Bewegung zweyer Körper Q, q, ihre reſpectiven Geſchwindigkeiten C, c, und ihre widerſtehenden Maſſen M, m nennen, ſo iſt
nach 1), wenn $C = c$, $Q : q = M : m$,
nach 2), wenn $M = m$, $Q : q = C : c$.

Neh-

Nehmen wir nun noch einen dritten Körper, deſſen Geſchwindigkeit $= C$, deſſen Maſſe $= m$, und deſſen Größe der Bewegung z heißt, ſo iſt

für den erſten und dritten nach 1), $Q : z = M : m$,
für den dritten u. zweyten nach 2), $z : q = C : c$,
folglich für den erſten und zweyten $Q : q = MC : mc$.

Ferner iſt $Q = q$, wenn $C : m = c : M$.

§. 113. Bey der nähern Betrachtung der Materien unſerer Sinnenwelt, bey der ſorgfältigen Zergliederung ihrer Wirkungen, und der weitern Verfolgung der Erſcheinungen bis zu den erſten Urſachen, treffen wir **drey** weſentlich verſchiedene **Grundkräfte** an, die den reſpectiven Materien unſerer Sinnenwelt inhäriren, und der erſte innere Grund aller der mannigfaltigen Erſcheinungen der Körperwelt ſind. Eben deswegen nenne ich ſie Grundkräfte; ich geſtehe aber gern, daß wir von dieſen Kräften an ſich ſelbſt nichts wiſſen, ſondern nur ihre Wirkungen kennen; und daß es auch wol vergeblich ſeyn möchte, darüber Unterſuchungen anzuſtellen, weil ſie ſelbſt an ſich kein Gegenſtand unſerer Erfahrung mehr ſeyn können. Deſto nöthiger iſt es, den Geſetzen ihrer Wirkung nachzuſpüren.

§. 114. Dieſe drey Grundkräfte (§. 113.) ſind **Cohärenz**, **Schwere** und **Expanſivkraft**. Sie ſind identiſch von einander verſchieden, wie ihre nähere Betrachtung lehren wird; ſie afficiren aber nicht alle zuſammen jede individuelle Materie.

Erſtes Hauptſtück.

Cohärenz.

§. 115.

Die Erfahrung lehrt uns, daß die Theile eines jeden Körpers ſo bey einander ſind, daß eine äußere Gewalt erfordert wird, ſie zu trennen. Dies Phänomen führt den Namen der **Cohäſion** oder des **Zuſammenhangs**. Wir finden es bey allen Körpern, aber in einem höchſt verſchiedenen Grade; und ſo unmerklich auch der Zuſammenhang der Theile bey einigen Körpern zu ſeyn ſcheint, ſo iſt er doch da, wie ſich durch Verſuche und Beobachtungen wahrnehmen läßt.

So können auf den tropfbar-flüſſigen Körpern, deren Zuſammenhang in ihren Theilen ſonſt ſehr unmerklich iſt, doch durch den Widerſtand, den ihre Theile bey der Trennung entgegenſetzen, ſtählerne Nadeln, Goldblättchen, u. d. gl. zum Schwimmen gebracht werden; aber auch die elaſtiſch-flüſſigen Materien, z. B. die Luft, leiſten bey der Trennung ihrer Theile Widerſtand, und ohne dieſen würde es unmöglich ſeyn, daß die Vögel darin ſchwimmen könnten, die dadurch, daß ſie die Flügel ſchneller ſchwingen, als die Luft ausweichen kann, ſich darin empor zu halten im Stande ſind. Ohne dieſen Widerſtand der Luft bey ihrer Zertheilung müßte eine Pflaumfeder ſo ſchnell zur Erde ſinken, als ein Stein, wenn ſie von gleicher Höhe fallen.

§. 116. Wenn dasjenige Kraft genannt zu werden verdient, was Widerſtand leiſtet, ſo muß auch das in den Körpern, was bey ihrer Zertheilung Widerſtand entgegenſetzt, eine Kraft ſeyn, und dieſe Kraft belege ich mit dem Namen **Cohärenz**, ſo wie ich ihre Wirkung in den Theilen der Körper Cohäſion, oder Zuſammenhang nannte (§. 115.).

§. 117. Dieſe Kraft der Cohäſion äußert ſich nur erſt bey der unmittelbaren Berührung der materiellen Theile, und es läßt ſich durch keinen einzigen entſcheidenden Verſuch darthun, daß ſie ſchon in der Entfernung der Körpertheilchen von einander thätig wäre, oder daß dieſe ſich ſchon in der Entfernung anzögen. Eben deswegen iſt der Ausdruck: anziehende Kraft, Kraft der Attraction, für die Grundurſach des Zuſammenhanges lieber nicht zu brauchen, weil dadurch leicht zu Misverſtändniſſen Gelegenheit gegeben worden iſt. Von der Kraft der Schwere iſt ſie identiſch verſchieden, und wirkt nach ganz andern Geſetzen, und eben deswegen kann es auch nicht erlaubt ſeyn, die Phänomene der Cohärenz und die der Gravitation unter dem gemeinſchaftlichen Namen der Attraction zu begreifen. Von der Cohäſionskraft an ſich wiſſen wir gar nichts; ſie liegt außer den Gränzen unſerer ſinnlichen Wahrnehmungen; und eben deswegen ſind alle Erklärungen, die man davon gegeben hat, nichts mehr als Erdichtungen.

Der Druck der Luft kann nicht die Urſach des Zuſammenhanges ſeyn.

§. 118. Die Cohärenz afficirt die verſchiedenen reſpectiven Materien auf eine ſehr ungleiche Art; und eben in den verſchiedentlichen Modificirungen dieſer Kraft in den verſchiedentlichen Materien liegt ein vorzüglicher Grund ihrer Ungleichartigkeit, wenn man nicht vielmehr ſagen kann, daß ſie eben deswegen verſchiedentlich von der Cohärenz afficirt werden, weil ſie ungleichartig ſind.

§. 119. Die Größe dieſer Kraft bey den verſchiedenen Materien läßt ſich aus dem Widerſtande

ermeſſen, den die zuſammenhängenden Theile derſelben einer andern Kraft entgegenſetzen, die ſie von einander entfernen will. Uebrigens gründen ſich auf das Mehr oder Weniger dieſer Stärke des Zuſammenhanges verſchiedene Benennungen und Abtheilungen der Körper, die man als eben ſo viele verſchiedene beſondere Eigenſchaften derſelben anſieht.

§. 120. Solche Körper, deren Theile eine beträchtliche und merkliche Kraft zur Trennung von einander erfordern, heißen **feſte** (ſolida), und ſie werden den **flüſſigen** (fluida) entgegengeſetzt, deren Theile nur mit einer unmerklichen Kraft zuſammenhängen, und daher einen hohen Grad der Verſchiebbarkeit beſitzen, doch aber als ein zuſammenhängendes Ganzes erſcheinen. Beide ſind durch keine genaue und ſcharfe Gränzlinie von einander abgeſondert, und die **Conſiſtenz** geht durch viele Zwiſchenſtufen zwiſchen Feſtigkeit und Flüſſigkeit hindurch.

§. 121. Körper, deren Theile ſich nicht leicht verſchieben laſſen, oder dazu eine merkliche Kraft erfordern, heißen **harte**, auch wol **ſtarre** Körper (c. dura, rigida); im Gegentheil ſind ſie **weich** (mollia).

§. 122. Solche feſte Körper, deren Theile ſich durch eine äußere Gewalt merklich verſchieben laſſen, ohne ihren Zuſammenhang dadurch zu verlieren, heißen **zähe**, **dehnbare**, **ſtreckbare** (ductilia); ſie ſind hingegen **ſpröde** (fragilia), wenn die Theile nicht aneinander verſchoben werden können, ohne zu reißen, oder ihren Zuſammenhang zu verlieren. Von dieſen ſowohl, als von den vorigen Arten des

Zuſam-

Zuſammenhanges, laufen die Gränzen derſelben wieder ſehr in einander.

§. 123. Von dieſer Kraft der Cohäſion rührt auch die Federkraft oder Springkraft her, vermöge welcher die feſten Körper bey ihrer Dehnung durch eine andere Kraft mit Nachlaſſung derſelben ſich in den vorigen engen Raum wieder zuſammenziehen. Ich unterſcheide ſie von der Elaſticität, die erſt in der Folge in Betracht kommen kann, die ihr gerade entgegengeſetzt, und deren Urſach weſentlich davon verſchieden iſt. Das Unzureichende in der bisherigen Erklärung beider Phänomene rührt eben daher, daß man ſo verſchiedene Wirkungen einerley Grundurſachen zuſchrieb. Da, wo man bisher bey federharten Körpern eine Wiederausdehnung nach einer vorherigen Zuſammendrückung annahm, findet wirklich nichts anders als Zuſammenziehung nach einer vorhergegangnen Dehnung ſtatt.

Beyſpiele geben elaſtiſches Harz, eine geſpannte Saite, Stahlfedern, u. d. gl.

Eine Stahlfeder hat Federkraft, weil ſie ſich, wenn ſie gebogen, und ſolchergeſtalt bey ihrer Krümmung in einen größern Raum gedehnt wird, wieder zuſammenzieht, wenn die ſpannende Kraft nachläßt. Ein ſtählerner Ring hat aus gleichen Urſachen Federkraft, und er äußert ſie nicht durch Expanſion, ſondern durch Contraction. Wird er nemlich von beiden Seiten zuſammengedrückt, und dadurch an ſeinen Krümmungen gedehnt, ſo ziehen ſich dieſe wieder zuſammen, ſobald die dehnende Kraft nachläßt, die freylich, um die Krümmungen zu dehnen, den Ring an andern Stellen zuſammendrücken mußte. Hiervon läßt ſich nun auf die Federkraft einer **Kugel von Elfenbein**, u. d. gl. der Schluß leicht machen, bey denen es leichter ſcheinen könnte, als ob ſie eine expanſive Elaſticität beſäßen, da der Grund der Erſcheinung doch auch nur, wie bey der Stahlfeder, in der Wiederzuſammenziehung gedehnter Theile liegt. Läßt man eine elfenbeinerne Kugel an einem Faden auf eine mit Fett dünn beſtrichene

polirte Steinplatte fallen, ſo ſchnellt ſie ſich freylich zurück, ſie drückt auf dem Fett einen ſichtbaren Fleck ein, und zeigt alſo dadurch eine wahre Zuſammendrückung, die ſie durch die Gewalt des Falles an der berührten Stelle erlitt. Aber man erinnere ſich nur an den Ring, und man wird einſehen, daß die Theile der elfenbeinernen Kugel am Rande der plattgedrückten Stelle geſpannt wurden, folglich ſich wieder zuſammenzogen, wie der Druck nachließ, und daß ſie dadurch die eingedrückten Theile erhoben.

Durch dieſe Reaction wird es alſo möglich, daß die Kraft der Cohärenz Bewegung hervorbringen, oder zu einer bewegenden Kraft werden kann.

§. 124. Die Federkraft zeigt ſich, ſo wie die übrigen Arten der Cohäſion bey den mancherley Körpern, in einem ſehr verſchiedenen Grade. Aber es iſt wol kein feſter Körper, dem die Federkraft gänzlich mangelte. Uebrigens lehrt die Art und Weiſe, wie ſich dieſes Vermögen zeigt (§. 123.), daß zu der Aeußerung deſſelben Dehnbarkeit im gewiſſen Grade gehöre, ohne welche ſonſt die geſpannten Theile in ihrem Zuſammenhange ganz aufgehoben werden und reißen würden. Daher läßt es ſich erklären, warum die Federkraft verſchiedener Körper durch lange anhaltende Spannung oder Dehnung merklich ſchwächer wird, und warum ſie zunimmt, wenn die Stärke des Zuſammenhangs durch Vermehrung der Dichtigkeit wächſt.

Beyſpiele vom Wachsthum der Federkraft durch Zunahme der Dichtigkeit geben die gehämmerten Metalle, das Härten des Stahls, die Bologneſerflaſchen, die Glastropfen.

§. 125. Von den Urſachen der ſo mannigfaltigen Verſchiedenheit des Zuſammenhanges der mancherley Körper können wir keinesweges eine befriedigende Erklärung geben. So viel aber ſcheint mir in einem hohen Grade wahrſcheinlich zu ſeyn, daß

alle Körper, wenn ihre Theilchen bloß und allein der Kraft der Cohäſion unterworfen wären, feſt ſeyn würden; oder daß Feſtigkeit der urſprüngliche Zuſtand der Körper ſeyn würde, wie ſie außer der Cohärenz keiner andern Kraft in ihren Theilen unterworfen werden. Flüſſigkeit iſt, wie die nähere Betrachtung in der Folge lehrt, nur Folge des Einfluſſes der Wärme, und dadurch einer expanſiven Kraft, durch welche die Wirkung der Cohärenz geſchwächt wird.

§. 126. Die Grade der Feſtigkeit der verſchiedenen feſten Körper ſtehen nicht im Verhältniß mit der Dichtigkeit derſelben, ſo weit wir dieſe durchs Gewicht ermeſſen können. So iſt z. B. Gold und Bley dichter als Eiſen und Kupfer, aber doch lange nicht ſo feſt, als dieſe. Um dieſe Grade der Feſtigkeit bey verſchiedenen feſten Körpern zu meſſen, hat man ſich der Gewichte bedient, welche zum Zerreißen derſelben, bey einer beſtimmten Dicke und Länge, nothwendig ſind. Muſchenbroek hat insbeſondere ſehr viele Verſuche über die Kraft angeſtellt, welche zum Zerreißen mehrerer Körper erfordert werden. Er hat aber dabey keine beſondere Rückſicht auf die Länge der Körper genommen, und daher geben auch Sickingens Verſuche andere Reſultate. Ueber die Stärke verſchiedener Holzarten haben wir auch von Büffon und über die der metalliſchen Gemiſche von Hrn. Achard zahlreiche Verſuche erhalten. So nützlich aber auch alle dieſe Verſuche fürs gemeine Leben ſeyn können, ſo wenig läßt ſich doch daraus auf die Größe der Wirkung der Cohärenz ſchließen, weil hierbey, wie ſchon Hr. Kant *) erinnert hat, die Verſchiebbarkeit der Theile gar nicht in Anſchlag gebracht

bracht worden iſt, die doch einen ſo beträchtlichen Einfluß hat. So wird z. B. ein Stab von weichem Wachſe ſich durch ein angehängtes Gewicht erſt dünner ziehen laſſen, ehe er reißt, und alsdann in einer weit kleinern Fläche reißen, als man anfänglich annahm. So iſt es mit allen dehnbaren Körpern, und dieſe größere Dehnbarkeit iſt vielleicht der Grund, warum z. B. das dichtere Bley bey gleicher Dicke eher reißt, als Kupfer, u. ſ. w. Hierzu kömmt denn noch Verſchiedenheit des Gefüges, das dicht, blätterig, körnig, u. ſ. w. ſeyn kann.

Petr. v. Muſchenbroek introductio ad cohaerentiam corporum firmorum; in ſeinen *Diſſertat. phyſic. experimental.* L. B. 1729. 4. S. 423. ff.; und noch weitläufiger, De cohaerentia et firmitato, in ſeiner *introduct. ad philoſoph. naturalem*, *Vol. I.* S. 390. ff.

Er ſtellte Verſuche an mit reinen Metallen, mit legirten Metallen, mit Stricken, mit Hölzern, mit Tüchern, mit Fellen, mit Saiten, mit Knochen und mit Gläſern. — Ich will aus der großen Zahl ſeiner Verſuche nur die Reſultate der mit reinen Metallen angeſtellten hier mittheilen. Er ließ davon Parallelepipeda, oder viereckigte Stangen gießen, deren Queerſchnitte $\frac{17}{100}$ rheinländiſche Zoll ins Gevierte betrugen, dieſe mit dem einen, dazu eingerichteten, Ende ſenkrecht aufhängen und befeſtigen, und an das andere Ende eine mit Ketten verſehene Waagſchaale mit Gewichten aufhängen, die er ſo lange vermehrte, bis die Stange zerriß. Er hat hierbey zugleich das eigenthümliche Gewicht der angewandten Metalle bemerkt.

Gold	zerriß von	578 Pf.	eigenth. Gew.	19,238
Kapellenſilber	— —	1156 —	— —	11,091
Kupfer	— —	638 —	— —	8,181
Japaniſches Kupfer	—	573 —	— —	8,726
Deutſches Eiſen	—	1930 —	— —	7,807
Engliſches Zinn	— —	150 —	— —	7,295
eine andere Sorte	—	188 —		
Bancazinn	— —	104 —	— —	7,216
Malaccazinn	— —	91 —	— —	6,125
Engl. Bley	— —	25 —	— —	11,333
Spießglasmetall	—	30 —	— —	4,500
Zink von Goslar	—	76 ſ 83	— —	7,215
Wismuth	— —	85 ſ 92	— —	9,850

Wenn

Wenn hierbey nur auf gleiche Dicke Rückſicht genommen wird, ſo würde ſich die Feſtigkeit der angeführten reſpectiven Metalle verhalten, wie die zu ihrem Zerreißen angewandten Gewichte, und das Eiſen z. B. wäre $\frac{1930}{25}$ oder $77\frac{1}{5}$ mal feſter als Bley, u. ſ. w.

Nach dem Guß geſchlagene Metalle wurden feſter; doch hatte das ſeine Gränzen, und ſie wurden bey zu lange fortgeſetztem Hämmern wieder weniger feſt.

Folgendes ſind die Reſultate einiger ſeiner Verſuche mit Holz, wovon er auch Parallelepipeda machen ließ, deren Queerſchnitte $\frac{27}{100}$ ins Gevierte betrugen:

Büchenholz	zerriß	von	1250	Pf.
Eſchenholz	—	—	1250	—
Eichenholz	—	—	1150	—
Lindenholz	—	—	1000	—
Erlenholz	—	—	1000	—
Ulmenholz	—	—	950	—
Tannenholz	—	—	600	—
Fichtenholz	—	—	550	—

Mehr ins Große gehen Büffons Verſuche mit Holz (Experiences ſur la force des bois; in den *Mém. de l'acad. roy. des ſc.* 1740. S. 153, und 1741. S. 292.

Des Hrn. Grafen von Sickingen Verſuche mit Metallen (Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.) geben andere Reſultate, als die Muſchenbroekſchen, indem er auch auf gleiche Längen Rückſicht nahm. Er ließ aus einigen Metallen Dräthe machen von 0,3 Lin. (pariſ.) im Durchmeſſer, und 2 Fuß Länge, und es zerriß

Gold	von	16 Pf.	6 Unz.	—		$43\frac{3}{7}$ Gr.	(franz. M. Gew.)	
Silber	—	20 —	11	—	1 Q.	$43\frac{5}{7}$	—	
Platina	—	28 —	7	—	3 —	—		
Kupfer	—	33 —	7	—	—	64	—	
Eiſen	—	60 —	12	—	—	8		

Hiernach folgt alſo die Feſtigkeit der angeführten Metalle ſo aufeinander, wie ſie ſelbſt hier nach einander ſtehen; da hingegen nach Muſchenbroek ſie ſo folgen würden: Kupfer, Gold, Silber, Eiſen.

Traité ſur les proprietés des alliages metalliques par Mr. *Achard.* à Berlin 1788. 4.

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. S. 91.

§. 127. Ein ſehr merkwürdiges Phänomen der Cohärenz iſt die beſtimmte Form, welche die Theile der Materie annehmen, wenn ſie ungehindert und frey der Wirkung der ihnen beywohnenden Kraft

der

der Cohäſion folgen können. Bey den flüſſigen Körpern iſt es die Bildung der Tropfen, bey den feſten die Kryſtalliſirung und das Gefüge (textura), was in dieſer Rückſicht unſere nähere Betrachtung verdient.

§. 128. Alle tropfbar-flüſſige Körper (liquida) nehmen der Erfahrung zu Folge in kleinen Maſſen eine sphäriſche Geſtalt an und bilden Tropfen, ſobald ſie nicht mit einem andern Körper ſo ſtark zuſammenhängen, daß ſie darauf oder daran zerflieſſen. So bildet fein zertheiltes Queckſilber auf Holz, auf Glas, auf Stein, und mehrern dergleichen Materien, lauter kleine Kügelchen; eben ſo auch Waſſer und Wein, auf Holz, Papier u. d. gl., das mit Bärlappſamen beſtreut iſt; Oehl auf einer mit Waſſer feucht gemachten Tafel, und alle dergleichen flüſſige Körper überhaupt nehmen die Kugelgeſtalt an, wenn ſie in kleinen Maſſen durch die Luft fallen. Eben dies geſchieht auch im luftleeren Raume. Eine bloß träge flüſſige Maſſe würde auf jedem Fall die Figur behalten, die ſie einmal hätte, und keine Tropfen bilden. Hat ſie dieſe Figur noch nicht, ſo kann ſie nicht ohne Bewegung zu einer runden Kugel werden. Schon die Bildung der Tropfen beweiſt alſo, daß eine Urſach daſeyn muß, welche dieſe Wirkung hervorbringt. Die Schwere kann nicht die Urſach ſeyn, da ſie vielmehr der Bildung der Tropfen wirklich hinderlich iſt, wie die Erfahrung lehrt, und das Plattdrücken der auf feſten Körpern ruhenden Tropfen oder Kügelchen bewirkt, die um deſto mehr eine vollkommene Sphäre bilden, je kleiner ſie ſind, und je geringer ihr Gewicht iſt. Es bleibt nur die Kraft der Cohärenz allein übrig,

aus

aus der man auf eine genugthuende Weiſe dies Phänomen erklären kann. Wenn man nemlich vorausſezt, daß alle Elementartheilchen einer Materie durch die Cohärenz mit gleicher Stärke ſich anziehen, und die Verſchiebbarkeit derſelben groß genug iſt, um ihrer Bewegung kein Hinderniß entgegen zu ſetzen, ſo folgt aus richtigen mechaniſchen Gründen, daß das Gleichgewicht dann erſt entſtehen könne, wenn die Maſſe eine Kugelgeſtalt angenommen hat.

Hieher gehört auch das Körnen der Metalle, und die Verfertigung des Schrotes aus Bley.

§. 129. Weil alle liquide Materien dieſe Tropfengeſtalt annehmen, ſo nennt man die Art ihrer Flüſſigkeit auch **tropfbare Flüſſigkeit**, um ſie von den in der Folge zu betrachtenden expanſibeln oder **elaſtiſchen Flüſſigkeiten** zu unterſcheiden.

Es wäre zu wünſchen, daß wir auch im Deutſchen durch ein eigenes Wort das *liquidum* vom *fluidum* unterſcheiden könnten.

§. 130. Auch feſte Körper nehmen kraft der Cohärenz eine beſtimmte Form an, und ihre Theile bilden Gruppen von eigenen Geſtalten, ſo bald ſie ungehindert der Bewegung durch dieſe Kraft folgen können. Dieſe leztere Bedingung wird dadurch erhalten, daß ſie erſt flüſſig gemacht werden, wodurch ſie Verſchiebbarkeit der Theile in einem hohen Grade erlangen, worauf ſie dann bey dem Uebergange zur Feſtigkeit, nach Wegnahme deſſen, was ſie flüſſig machte, ſich in beſtimmte Gruppen zuſammenhäufen. Unter dieſer Bedingung kann man wol von allen feſten Körpern behaupten, daß ſie eine gewiſſe Geſtalt bey dem Zuſammentreten annehmen, und dadurch

durch entweder beſtimmte Formen im Umriſſe, oder wenigſtens ein beſtimmtes Gefüge erhalten. Man nennt die in ſolchen regelmäßigen oder beſtimmten Umriſſen gebildeten feſten Körper **Kryſtalle.**

Verſuch. Es werden Salzauflöſungen mancherley Art in einzelnen Tropfen zum Kryſtalliſiren gebracht, und die beſtimmte und regelmäßige Geſtalt der angeſchoſſenen Salze wird durchs Mikroſkop gezeigt.

§. 131. Die zur Bildung der Kryſtalle, oder wenigſtens eines beſtimmten Gefüges, nöthige erſte Bedingung, die leichte Verſchiebbarkeit der Grundmaſſen durchs Flüſſigwerden, wird den feſten Körpern entweder durchs Schmelzen, oder durchs Auflöſen in andern flüſſigen Körpern, oder auch durch höchſt feine Zertheilung darin ertheilt; und die andere Bedingung, die Wiederwegnahme deſſen, was ſie flüſſig machte, wird entweder durch Erkältung und Gefrieren, oder durch Verdunſtung des Auflöſungsmittels, oder durch Ruhe und Bodenſätze erhalten, wobey nun freylich überhaupt keine andere Art der Bewegung, wie Schütteln, Umrühren, die Anziehung der feſtwerdenden Theile hindern und ſtören muß. Bey einem zu plötzlichen Uebergang zur Feſtigkeit haben die Theilchen nicht Zeit genug, ſich regelmäßig aneinander anzulegen, und die Bildung wird unförmlich. Die Natur zeigt uns dieſe regelmäßige Geſtalt und Fügung an unzähligen feſten Körpern in unzähligen Verſchiedenheiten, an Erden und Steinen, Salzen, Metallen, und Schwefel; und wenn zahlreiche Arten nicht in dieſer regelmäßigen Geſtalt oder Fügung erſcheinen, ſo läßt doch das, daß eben dieſe Arten ſonſt auch ſo angetroffen werden, ſchließen, daß bey ihrem Geſtehen die Bedin-

gungen fehlten, unter welchen nur jenes Phänomen ſtattfinden kann. Bey einigen zähen Körpern, wie bey den dehnbaren Metallen, wird auch das regelmäßige Gefüge ihrer Theile bey der Trennung ſelbſt geſtört, und läßt ſich eben deßwegen nicht wahrnehmen. Die Kunſt kann freylich die Natur in der Configuration nicht immer nachahmen, da es ihr an Mitteln fehlt, viele Dinge in den dazu nöthigen Zuſtand der Flüſſigkeit zu verſetzen. Sehr mit Unrecht nahmen einige ſonſt ein ſalzigtes Princip für die wirkende Urſach der Kryſtallenbildung an, da das Phänomen doch nicht bloß den Salzen zukömmt, und zwar vorheriges Flüſſigſeyn, aber nicht bloß und allein Auflöſung in einem tropfbar-flüſſigen Mittel, dazu Bedingung iſt.

Beyſpiele von kryſtalliniſchen Formen liefern die natürlichen Körper des Mineralreichs in zahlreicher Menge, und eben ſo geben auch unter ihnen die Spathe, die Halbmetalle, und ihre mannigfaltigen Erze Beyſpiele eines regelmäßigen Gefüges.

de Romé Deliſle Eſſay de Cryſtallographie. à Paris. 1772. gr. Verſuch einer Kryſtallographie von Herrn de Romé Deliſle, aus dem Franz. von Chr. Ehrenfr. Weigel. Greifswald 1777. gr. 8. Criſtallographie, ou deſcription des formes propres à tous les corps du regne mineral, par Mr. *Romé Deliſle.* ſec. edit. à Paris. T. I — IV. 1784. 8. *Torb. Bergmann* de formis cryſtallornm, praeſertim e ſpatho ortis; in ſeinen *opuſc. phyſico-chemicis*, *Vol. II.* S. 1. ff. Von den äußerlichen Kennzeichen der Foſſilien, abgefaßt von A. G. Werner. Leipz. 1774. 8.

Beyſpiele von der Bildung der Kryſtalle oder wenigſtens eines regelmäßigen Gefüges unter den angeführten Bedingungen 1) des Schmelzens und Erkältens ſind: der Schnee, das Eis, beſonders beym Gefrieren der Fenſter, der Schwefel, der Spießglaskönig, der Wismuth ꝛc.; 2) des Auflöſens in tropfbarer Flüſſigkeit und Abdunſtens oder Abkühlens: die mannigfaltigen Neutralſalze, Mittelſalze, metalliſche Salze, die luftſauren Alkalien, mehrere ſaure Salze, Zucker, luftſaure Kalkerde, luftſaure Bittererde, der Schwefelrubin, die Me-

Metallbäumchen ꝛc. 3) des feinen Zertheilens in Waſſer oder in andern Mediis: die Bildung der kalkigten Stalactiten und Tophe; und gewiſſermaßen auch mehrere kryſtalliniſche Sublimate und chemiſche Blumen.

Bey der Bildung organiſcher Körper müſſen wir endlich auch bey dieſer Grundkraft der Cohärenz als letzten Urſach ſtehen bleiben, und ſelbſt der Bildungstrieb des Hrn. Blumenbach löſt ſich zuletzt darin auf.

§. 132. Warum nun die mannigfaltigen feſten Körper unter den gehörigen Bedingungen durch die Kraft der Cohärenz ihrer Grundmaſſen gerade dieſe oder jene beſtimmte Geſtalt annehmen, davon läßt ſich freylich nichts weiter ſagen. Wenn wir auch gleich die größern Kryſtalle bis zu gewiſſen primitiven oder Grundkryſtalliſationen verfolgen können, ſo können wir doch nicht geradezu ihren Atomen dieſelbe beylegen. Eher ließe ſich bey mehrern ſchon verbundenen Atomen eine nach der verſchiedenen individuellen Natur der Materie verſchiedene Tendenz ihrer Cohäſionskraft annehmen, ſich in dieſer oder jener Fläche lieber und inniger zu verbinden, als in andern.

Bergmann a. a. O. S. 14.

§. 133. Nicht allein die Theile eines und eben deſſelben Körpers hängen unter einander zuſammen, ſondern auch die Körper von einerley Art unter einander ſelbſt, wenn ſie ſich berühren, und zwar um deſto ſtärker, je genauer und in je mehr Puncten ſie ſich berühren.

Beyſpiele des Zuſammenhängens 1) flüſſiger Körper giebt das Zuſammenfließen der Waſſertropfen, der Queckſilberkügelchen, der Oeltropfen, bey ihrer Berührung; 2) feſter Körper, das Zuſammenhängen zwey geſchliffener Meſſingplatten und Glasplatten.

§. 134.

§. 134. Auch Körper von ungleicher Art hängen unter einander zuſammen, wenn ſie ſich genau genug berühren, und die Stärke ihres Zuſammenhanges iſt aus der Größe des Widerſtandes zu ermeſſen, den ſie bey der ſenkrechten Trennung von einander leiſten. **Dieſe Stärke des Zuſammenhangs iſt zwiſchen verſchiedenen ungleichartigen Körpern bey gleicher Berührungsfläche ſehr verſchieden.**

Verſuche: 1) Zwey Metallplatten, Glasplatten, oder Marmorplatten, die mit Waſſer oder Fett beſtrichen ſind, hängen ſtark zuſammen.

2) Es werde eine runde dicke Meſſingplatte vermittelſt eines in der Mitte derſelben befindlichen Hakens durch einen Faden an dem Arm eines Waagebalkens ſo aufgehängt, daß ſie genau horizontal hänge; ſie werde an der Waage ins Gleichgewicht gebracht, und dann auf die Fläche von untergeſetztem Waſſer, Weingeiſt und Queckſilber ſo gelegt, daß keine Luftblaſen darunter bleiben. Die Waage wird aus dem Gleichgewicht gebracht ſeyn, und es werden Gewichte erfordert werden, um die Platte loszureißen. Dieſe Gewichte werden bey den verſchiedenen Flüſſigkeiten verſchieden ſeyn müſſen.

Der Druck der Luft kann von dieſer Erſcheinung nicht die alleinige Urſach ſeyn, da ſie auch unter dem leeren Recipienten der Luftpumpen ſtatt hat, obgleich hier die Stärke des Zuſammenhangs vermindert iſt. Wäre der Druck der Luft die alleinige Urſach, ſo müßte die Stärke des Zuſammenhanges ſich bloß nach der Fläche richten, was doch nicht iſt.

Muſchenbroek (introd. ad philoſ. natural. T. I. §. 1096.) ließ Cylinder aus verſchiedenen Materien verfertigen, deren Durchmeſſer 1,916 rheinl. Zoll betrug, und die Grundflächen derſelben ſehr genau ſchleifen und poliren. Er beſtrich die Grundflächen je zweyer Cylinder von einerley Art nach der Erwärmung mit Rindstalg, befeſtigte den obern, und riß nun den untern durch angehängte Gewichte, nach dem völligen Erkalten des Talges, ſenkrecht ab. Er nimmt an, daß der Druck der Luft hierbey 41 Pf. betragen habe, und dieſen bringt er mit in Anſchlag, und da fand er denn folgende Reſultate; es hingen zuſammen:

Cy=

			nach Abzug des Drucks der Luft von 41 Pf.		
Cylinder von Glas	mit	130 Pf.		mit	89 Pf.
Meſſing	=	150 =		=	109 =
Kupfer	=	200 =		=	159 =
Silber	=	125 =		=	84 =
gehärtetem Stahl		225 =		=	184 =
weichem Eiſen	=	300 =		=	259 =
Zinn	=	100 =		=	59 =
Bley	=	275 =		=	231 =
Zink	=	100 =		=	59 =
Wismuth	=	150 =		=	109 =
weißem Marmor		225 =		=	184 =
ſchwarzem Marmor	=	230 =		=	189 =
Elfenbein	=	108 =		=	67 =

Hr. v. Morveau ließ von verſchiedenen Metallen runde Platten von gleicher Größe und Geſtalt machen, die 1 Zoll im Durchmeſſer hatten, und beſtimmte die Kraft, mit der ſie auf Queckſilber hingen. Es hing daran

das Gold	mit	einer	Kraft	von 446	Granen
das Silber	=	=	=	429	=
das Zinn	=	=	=	418	=
das Bley	=	=	=	397	=
der Wismuth	=	=	=	372	=
der Zink	=	=	=	204	=
das Kupfer	=	=	=	142	=
der Spießglaskönig		=	=	126	=
das Eiſen	=	=	=	115	=
der Kobold	=	=	=	8	=

(Man ſehe Anfangsgründe der theoretiſchen und practiſchen Chemie von Hrn. de Morveau, Maret und Durande, a. d. Franz. von Chriſt. Ehrenfr. Weigel, Th. 1. Leipz. 1779. 8. S. 49. imgleichen: Experiences faites en preſence de l' Acad. de Dijon, le 12. Fevr. 1773. par Mr. *de Morveau*; in *Obſ. de Phyſique de Mr. l' Abbé Rozier*, T. I. S. 172. und 460.).

Nachricht von den Reſultaten einer großen Anzahl von Verſuchen dieſer Art findet man bey Hrn. Achard: Verſuche über die Kraft, mit welcher die feſten und flüſſigen Körper zuſammenhangen, nebſt der Beſtimmung der Geſetze, denen dieſe Kraft in Abſicht ihrer Vermehrung oder Verminderung nach der Natur einer jeden Flüſſigkeit unterworfen iſt; in ſeinen chymiſch-phyſ. Schriften S. 354. ff.

§. 135. Es gründen ſich auf dieſe Kraft des Zuſammenhanges zwiſchen ungleichartigen Stoffen das

das Zuſammenleimen, die Kütte, der Mörtel, das Löthen, das Verzinnen, das Verſilbern, das Vergolden.

§. 136. Aus verſchiedenen bisher angeſtellten Verſuchen ſcheint das Geſetz zu folgen: **Daß die Stärke der Cohäſion bey verſchiedenen Paaren von einerley Körpern, ſo wohl von gleichartigen als ungleichartigen, mit der Menge der Berührungspuncte im Verhältniß ſtehe.**

Verſuche: Runde geſchliffene Glasſcheiben, deren Durchmeſſer ſich wie 1, 2, 3 gegen einander verhalten, hängen mit Waſſer oder Oehl, mit verſchiedenen Kräften zuſammen, d.e ſich gegen einander ſehr nahe verhalten, wie 1^2, 2^2, 3^2, oder wie ihre Grundflächen. Man ſehe auch Achard a. a. O. Tab. 4. und 5.

§. 137. Es iſt noch kein Geſetz bekannt, nach welchem ſich die Größe der Kräfte des Zuſammenhanges bey Körpern von ungleicher Art richtete. Die Dichtigkeit der Körper ſteht damit in gar keinem Verhältniß; und es iſt keineswegs allgemein wahr, was **Hamberger** behauptete, daß eine flüſſige Materie von geringerem eigenthümlichen Gewicht mit einem Körper von einem größern eigenthümlichen Gewicht ſtärker zuſammenhänge, als unter ſich ſelbſt; oder daß flüſſige Materien von größerem eigenthümlichen Gewicht ſtärker unter ſich zuſammenhängen, als mit Körpern von geringerem eigenthümlichen Gewicht.

Hamberger elem. phyſices §. 157. 158.

§. 138. Auf den Zuſammenhang flüſſiger Materien mit feſten, der größer oder kleiner iſt, als der zwiſchen den Theilen der flüſſigen Materie ſelbſt, gründen ſich verſchiedene merkwürdige Phänomene. Wenn ein feſter Körper mit einem flüſſigen ſtärker

Bayerische Staatsbibliothek München

zuſammenhängt, als der flüſſige unter ſich, ſo hängen ſich die Theile des letztern an den erſtern bey der Berührung an ihn an, und machen ihn naß, oder ſie zerfließen auf ihm; wenn hingegen die Cohäſionskraft zwiſchen den Theilen des flüſſigen Körpers ſtärker iſt, als zwiſchen dieſen und dem feſten Körper, ſo bleibt der letztere bey dem Hineintauchen in jenen trocken, und der flüſſige Körper zerfließt nicht darauf, ſondern bildet Kügelchen oder Tropfen (§. 128.). Da nun ſchwerere Flüſſigkeiten auf leichten feſten Körpern allerdings zerfließen können, ſo iſt dies zugleich eine Beſtätigung des vorigen Satzes (§. 137.).

Beyſpiele: Queckſilber zerfließt auf Gold, Silber, Bley, Zinn, und man kann allerdings ſagen, es mache dieſe Körper naß; es zerfließt hingegen nicht auf Eiſen, Glas, Holz, Stein. Waſſer zerfließt auf einem Glaſe, Holze, unſerer Haut, und macht daher dieſe naß; es zerfließt hingegen nicht auf einer mit Fett beſtrichenen oder beſſer mit Bärlappſaamen beſtrichenen Tafel; man kann ſolchergeſtalt, wenn man auf die Fläche des Waſſers Bärlappſaamen ſtreuet, durch denſelben hindurch ins Waſſer greifen, ohne daß die Finger naß werden. Fließende Metalle zerfließen nicht auf Steinen und erdigten Maſſen, und bilden darauf in kleinen Maſſen Kügelchen oder Tropfen.

§. 139. Ferner, wenn flüſſige Materien in ihren Theilen ſtärker zuſammenhängen, als mit den Theilen eines feſten Körpers, ſo nehmen ſie in den aus dem letztern gemachten Gefäßen eine convexe Oberfläche an, die dem Abſchnitt einer Kugel um deſto näher kömmt, je kleiner der Durchmeſſer des Gefäßes iſt. Taucht man den feſten Körper in den flüſſigen dieſer Art hinein, ſo bildet die Flüſſigkeit rund um ihn herum eine Vertiefung.

Beyſpiele: Queckſilber ſteht in gläſernen Röhren mit einer convexen Fläche; fließende Metalle ſtehen in den

irde-

Bayerische Staatsbibliothek München

irdenen Schmelzgefäßen mit einer converen Fläche; Waſſer ſteht in einem mit Fett ausgeſtrichnen und mit Bärlappſamen beſtreueten Glaſe mit converer Fläche. Eine Glasröhre, Holz, der Finger in Queckſilber getaucht verurſacht rund umher eine Vertiefung im Queckſilber.

Nach hydrauliſchen Geſetzen ſollte die Flüſſigkeit in Gefäßen dieſer Art eine vollkommen horizontale Oberfläche haben, und ſie würde es thun, wenn die Theilchen ungehindert, ohne Cohäſion, der Schwere folgten. Wenn ſie hinwiederum bloß der Cohärenz gleichförmig folgten, und nicht zugleich ſchwer wären, ſo würden ſie auch in dem weiteſten Gefäße eine vollkommene convere Kugelfläche bilden. Sind ſie aber nun zu gleicher Zeit ſchwer und cohärirend, ſo werden die mittlern Säulen ſinken müſſen, wenn ſie um ſo viel höher ſtehen, als die äußere, daß ihr ſenkrechter Druck durch die Schwere mehr beträgt, als die Kraft der Cohärenz zu erhalten vermögend iſt. Nur an den Seiten wird dann die Converität wahrzunehmen ſeyn.

§. 140. **Wenn hingegen flüſſige Körper in ihren Theilen ſchwächer zuſammenhängen, als mit den Theilen eines feſten Körpers, ſo ſtehen ſie in den aus letztern gemachten Gefäßen mit einer concaven Fläche, oder ſie ſtehen am Rande höher, als in der Mitte. Und eben ſo bildet auch die Flüſſigkeit um einen ſolchen feſten Körper rings herum eine Erhöhung.**

Beyſpiele: Queckſilber ſteht in zinnernen oder bleyernen Gefäßen mit einer concaven Fläche; eben ſo auch Waſſer in gläſernen Gefäßen. Um eine ins Waſſer getauchte Glasſtange ſteht daſſelbe rund herum erhöhet; ſo auch das Queckſilber um eine Zinnſtange.

Die Flüſſigkeit würde nach hydrauliſchen Geſetzen, wenn ihre Theile bloß der Schwere, ohne Cohärenz, folgten, eine vollkommene horizontale Fläche annehmen. Wenn ſie aber nun mit den Theilen der feſten Körper cohäriren, ſo werden die Theilchen derſelben, die die Wand des Gefäßes berühren, dadurch in ihrem ſenkrechten Drucke nach unten zu vermindert werden, (gewiſſermaaßen durch das Ankleben an die Wand des Gefäßes), und ſie werden an der Wand umher um ſo

 viel

viel höher ſtehen müſſen, daß ihr verminderter Druck mit dem Druck der davon entfernten Säulen das Gleichgewicht halten kann.

§. 141. Hierauf gründet ſich nun einzig und allein das Phänomen der **Haarröhrchen** (tubi capillares). Man verſteht darunter hohle gläſerne Röhren, deren Höhlung etwa den Durchmeſſer eines Pferdehaares und etwas darüber hat, und die an beiden Enden offen ſind. Stellt man die untere Oeffnung in eine Flüſſigkeit, die auf Glas zerfließt, ſo ſteigt in kurzer Zeit die Flüſſigkeit darin in die Höhe, und erhebt ſich über die Oberfläche der äußern Flüſſigkeit, und zwar zu einer größern oder geringern Höhe, nach der Enge des Haarröhrchens und der verſchiedenen Natur der Flüſſigkeit und des Haarröhrchens.

Verſuche mit gläſernen Haarröhrchen in Waſſer, Milch, Lackmustinctur, Tinte, u. d. gl.

Das Haarröhrchen muß oben offen ſeyn, ſonſt wird die eingeſchloſſene Luft durch ihren Gegendruck beym Zuſammenpaſſen das Aufſteigen hindern.

Wenn die gefärbten Flüſſigkeiten durchſichtig ſind, ſo laſſen ſie ſich in dem Haarröhrchen nicht gut unterſcheiden, weil ſich wegen der Dünne der Säule die Farbe verwiſcht. Um dieſe beſſer wahrzunehmen, klebt man das Haarröhrchen auf einen Papierſtreifen. Undurchſichtige Flüſſigkeiten, als Milch, laſſen ſich darin leicht wahrnehmen.

§. 142. In dieſen Haarröhrchen ſteht die Flüſſigkeit an den Seiten ebenfalls höher, als in der Mitte (§. 140.); aber wegen der geringen Entfernung fließt der Ring, welchen die Flüſſigkeit an den Seiten bildet, zuſammen; wegen der fortwirkenden Urſach der Cohäſion ſteigt das Waſſer an den Seiten nun abermals höher, fließt wieder zuſammen, u. ſ. f., bis endlich das Gewicht der Säule der in dem Haarröhr-

röhrchen aufgeſtiegenen Flüſſigkeit im Gleichgewicht ſteht mit der Cohäſion, die zwiſchen dem Glaſe und der Flüſſigkeit obwaltet. Denn nun hat das Aufſteigen natürlicherweiſe ſeine Gränzen.

Es verſteht ſich, daß die Flüſſigkeit keine merkliche Viſcoſität haben müſſe.

§. 143. Da der Grund des Aufſteigens der Flüſſigkeiten in Haarröhrchen einzig und allein in der Kraft des Zuſammenhanges derſelben mit dem Glaſe zu ſuchen iſt; ſo läßt ſich auch leicht einſehen, daß dies Aufſteigen und die Höhe deſſelbigen bey den verſchiedenen Flüſſigkeiten ſich ſo wenig nach einem bekannten Geſetze richte, als die Cohäſion der Körper überhaupt (§. 137.), ſondern daß ſie vielmehr erſt jedesmal durch Erfahrung gefunden werden müſſe.

§. 144. Es läßt ſich hieraus erklären, warum die Höhe des Aufſteigens der Flüſſigkeiten mit ihrem ſpecifiſchen Gewichte in keinem Verhältniſſe ſteht; und warum auch ſelbſt, nach Muſchenbroeks Verſuchen, die Beſchaffenheit des Glaſes auf die Höhe, zu welcher einerley Flüſſigkeit in Haarröhren von einerley Durchmeſſer ſteigt, Einfluß haben kann.

Nach Muſchenbroek (Introd. in philoſophiam naturalem T. I. S. 373.) ſtiegen in Haarröhrchen von gleichem Duchmeſſer aus holländiſchem Flaſchenglaſe:

Deſtillirtes Waſſer	3,40	Zoll rheinl.
Liquor anodynus	1,40	
Alcohol	1,80	
Aetzender Salmiakgeiſt	3,60	
Luftſaurer Salmiakgeiſt	4,56	
Salpetergeiſt	2,07	
Salzgeiſt	2,07	
Vitriolgeiſt	3,25	
Vitriolöhl	1,30	
Terpentinöhl	2,58	

In-

In Haarröhrchen, von eben dem Durchmeſſer, aber aus andern Glasſorten, waren die reſpectiven Höhen eben dieſer Flüſſigkeiten größer und kleiner.

Es wäre überhaupt der Mühe werth, zu unterſuchen, ob nicht diejenigen Flüſſigkeiten, die mit einer Glasplatte ſtärker cohäriren, in den aus dem Glaſe derſelben verfertigten Haarröhren höher ſtehen würden, als andre minder ſtark damit cohärirende.

§. 145. Flüſſigkeiten, welche auf dem Glaſe nicht zerfließen, ſteigen auch in gläſernen Haarröhren nicht in die Höhe. Es iſt alſo bloß die Kraft der Cohäſion, welche das Aufſteigen der Flüſſigkeiten in Haarröhren bewirkt (§. 142.), nicht der Druck der Luft, oder eines eingebildeten Aethers.

Petr. van Muſchenbroek de tubis capillaribus vitreis, in ſeinen *diſſ. phyſ. experim.* S. 271. Tentamen theoriae, qua aſcenſus aquae in tubis capillaribus explicatur, auctore *Ioſ. Weitbrecht* in den *Comment. acad. petropolit.* T. VIII. S. 262. *C. B. Funccii* Diſſ. de aſcenſu fluidorum in tubis capillaribus, Commentat. I. II. Lipſ. 1773. 4.

§. 146. Die Höhen, zu welchen einerley Flüſſigkeit in Haarröhrchen von verſchiedenem Durchmeſſer und von einerley Glaſe aufſteigt, verhalten ſich umgekehrt wie die Durchmeſſer der Haarröhren. Denn in einem Haarröhrchen, das noch einmal ſo weit iſt, als ein anderes, müßte die Flüſſigkeit viermal niedriger ſtehen, weil ſie viermal ſo viel Gewicht hat (§. 142.); da aber das noch einmal ſo weite Haarröhrchen auch noch einmal ſo viel Berührungspuncte hat, die Cohäſion von einerley Körper aber den Berührungspuncten proportionirt iſt (§. 136.), ſo müßte die Flüſſigkeit deswegen in dieſem noch einmal ſo weiten Haarröhrchen auch noch einmal ſo hoch ſteigen, als in dem engern. Die Höhen einer flüſſigen Materie in den Haarröhrchen ſind ſol-

chergeſtalt in einem zuſammengeſetzten Verhältniß aus dem geraden der Diameter und dem umgekehrten der Quadrate der Diameter; ſie verhalten ſich folglich verkehrt wie die Diameter.

Geſetzt, es ſey ein Haarröhrchen A, deſſen Durchmeſſer = 1, und ein anderes B, deſſen Durchmeſſer = 2 iſt, ſo ſollte, weil das Gewicht die Urſach des verhinderten weitern Aufſteigens der Flüſſigkeit in Haarröhren iſt, und der Innhalt der Cylinder ſich verhält wie das Product aus dem Quadrate der Grundflächen in die Höhen, um gleiches Gewicht der aufgeſtiegenen Säule zu haben, die Höhe

1) in A zu der in B ſeyn = $2^2 : 1^2 = 4 : 1$.

Weil aber die Peripherie von A zu der von B ſich verhält wie die Durchmeſſer; auch ferner die größere Peripherie mehr Berührungspuncte darbietet, und die Cohäſion zwiſchen einerley Körpern ſich verhält wie die Menge der Berührungspuncte; ſo ſollte die Höhe

2) in A zu der in B ſeyn = 1 : 2.

Wir haben alſo ein zuſammengeſetztes Verhältniß, wovon wir die Glieder multipliciren müſſen, um ein einfaches zu erhalten. Es iſt alſo die Höhe

in A : B = 4 : 1 (wegen 1)
in A : B = 1 : 2 (wegen 2)

folglich in A : B = 4 : 2 = 2 : 1; dies iſt umgekehrt wie die Durchmeſſer.

§. 147. Wenn man zwey platte, reine, Glasſtreifen unter einem ſpitzigen Winkel über einander ſetzt, und einen Tropfen dünnes Oehl, Waſſer oder Weingeiſt, kurz eine Flüſſigkeit, die mit dem Glaſe zuſamenhängt, und keine merkliche Viſcoſität hat, ſo dazwiſchen ſetzt, daß der Tropfen beide Glasplatten berührt, ſo wird er ſich mit beſchleunigter Geſchwindigkeit nach den Winkel beider Glasplatten hinbewegen. Eben dies widerfährt auch einem Queckſilbertropfen zwiſchen zwey reguliniſchen Zinnplatten.

Wird der Tropfen k (Fig. 18.) zwiſchen die beiden Platten AC und BC gebracht, die unter dem ſpitzen Winkel ACB übereinander geſtellt ſind, und mit denen er zuſammen-

menhängt, ſo wird er die Figur defg annehmen müſſen. Weil nun der Tropfen k gegen die beiden Platten AC und BC die Kraft der Cohärenz äußert, die Wirkung einer jeden Kraft aber nach der Perpendiculärlinie geſchiehet (§. 99.), ſo muß auch der Waſſertropfen mit der Kraft km in die obere, und mit der Kraft kn in die untere wirken. Da nun beide Kräfte einen Winkel mkn einſchließen, ſo wird der Tropfen durch die Diagonallinie kC getrieben werden. Je näher er aber nach C kömmt, deſto platter und breiter wird er; folglich deſto mehr wird die Menge der Berührungspuncte vermehrt werden. Die Kraft der Cohärenz wird alſo um ſo ſtärker wirken, und daher die Bewegung nach der Direction kC beſtändig vermehren.

§. 148. **Wenn man zwey reine Glastafeln unter einem ſpitzigen Winkel an einander ſetzt, und beide vertical in Waſſer oder eine andere Flüſſigkeit ſtellt, die auf dem Glaſe zerfließt, ſo wird dieſe zwiſchen dem Winkel beider Platten in die Höhe ſteigen, und der Rand der aufgeſtiegenen Flüſſigkeit wird eine Hyperbel bilden.**

Wenn man zwey Glasplatten ADG (Fig. 19.) und ECB mit der einen Kante A und B ſo aneinander fügt, daß ſie mit der vordern DG und EC von einander abſtehen, und den ſpitzen Winkel GBC bilden, ſo wird, wenn man ſie vertical in Waſſer hält, dies in dem Winkel in die Höhe ſteigen, und die Figur imfg annehmen. Denn weil man ſich zwiſchen beiden Platten lauter Haarröhrchen denken kann, die deſto enger ſind, je näher ſie nach AB zu ſtehen, ſo wird, nach dem Geſetz der Haarröhren, das Waſſer um deſto höher ſteigen, je kleiner der Abſtand beider Platten wird. Durch richtige Ausmeſſung hat man gefunden, daß gfmi eine Hyperbel ſey, deren Aſymptoten AB und BC ſind. Denn Bp verhält ſich zu Bn, wie der Abſtand der Glasplatten qp zu on; es iſt aber die Höhe mn zu der fp in umgekehrtem Verhältniß der Abſtände der Platten an dieſen Orten, oder wie Bp zu Bn. Folglich wird auch $Bp \times fp = Bn \times mn$ ſeyn, und alſo die Eigenſchaft einer Hyperbel haben.

Muſchenbroek introd. ad philoſ. nat. §. 1062.

§. 149. **Wenn man eine kleine hohle Glaskugel auf das Waſſer in einem Trinkglaſe ſetzt, ſo wird**

ſie

ſie in der Mitte der Waſſerfläche ruhig bleiben. So wie ſie aber der Wand des Gefäßes nahe kömmt, ſo wird ſie ſich mit beſchleunigter Geſchwindigkeit nach derſelben hinbewegen. Eben ſo bewegt ſie ſich auch von der Mitte des Waſſers gegen den Finger, oder einen andern Körper, den man ins Waſſer ſteckt, und der davon naß wird; und zwey Glaskügelchen bewegen ſich mit beſchleunigter Geſchwindigkeit gegen einander, wenn ſie auf der Mitte des Waſſers ſchwimmen, und einander nahe genug kommen. Auch dieſe Phänomene folgen aus der Cohäſion bey der unmittelbaren Berührung, und wir brauchen auch dazu keine anziehende Kraft, die, in der Entfernung ſchon wirkſam wäre.

Es befinde ſich ein hohles Glaskügelchen G (Fig. 20.) auf der Mitte der Waſſerfläche ef des Gefäßes ABCD. Es wird, ob es gleich darauf ſchwimmt, ſich doch nach hydroſtatiſchen Geſetzen darin bis zu einer gewiſſen Tiefe einſenken. Das Waſſer, das damit cohärirt, wird daran, wie in g und h, und ſo rund herum, ſich erheben, und einen kleinen Waſſerberg um das Kügelchen bilden. Da nun das Waſſer in g und h, und ſo um das Ganze herum, gleich hoch ſteht, ſo wird es auch dieſelbe nach allen Puncten gleich ſtark ziehen, und die entgegengeſetzten gleich großen Kräfte werden ſich wechſelſeitig aufheben, folglich keine Bewegung hervorbringen.

So wie aber das Kügelchen der Wand des Gefäßes näher kömmt, z. B. der Wand A, und ſich nun in H befindet, ſo wird der an der Wand A in e aufgeſtiegene Waſſerberg mit den am Kügelchen auf der Seite in k befindlichen zuſammenfließen, und das Waſſer wird folglich auf dieſer Seite an den Kügelchen und zwiſchen der Wand wieder höher ſteigen. Da nach dem Puncte des Kügelchens zu, der der Wand A am nächſten iſt, das aufgeſtiegene Waſſer auf beiden Seiten um deſto höher treten muß, weil der Abſtand von der Wand da am kleinſten iſt, (wie vorher (§. 148.) bey den Glasplatten,) ſo wird, wegen des Zuſammenfließens dieſer Waſſerberge auf beiden Seiten des Kügelchens zunächſt der Wand und des Anhängens des Waſſers an das leicht bewegliche Kügelchen, dieſe von zwey Kräften ge-

getrieben werden, die einen Winkel einſchließen, und ſich nach der Diagonale beider Richtungen, das iſt, nach der Wand zu, bewegen. Je näher das Kügelchen der Wand kömmt, deſto höher wird das Waſſer an ihm und der Wand in die Höhe ſteigen, weil der Abſtand beider nun immer kleiner wird. Je höher aber das Waſſer an der Kugel hinaufſteigt, deſto größer wird die Anzahl der Berührungspuncte zwiſchen ihr und dem Waſſer. Da nun ſolchergeſtalt die Cohärenz des Waſſers von der Seite k ſtärker wirkt, als auf der Seite l, ſo wird das Kügelchen ſich nach der Seite k bewegen, und zwar um deſto ſchneller, je näher es nach A kömmt.

Eben dieſe Bewandtniß hat es nun auch, wenn man in der Nähe des Kügelchens den Finger ins Waſſer ſteckt; denn das Waſſer wird an dieſem auch in die Höhe ſteigen, wie an der Wand des Gefäßes, und dieſelbige Urſach Bewegung des Kügelchens hervorbringen, die es gegen die Wand zu bewegt.

Weil ferner das Waſſer ſtärker mit dem Glaſe und dem Finger zuſammenhängt, als unter ſich, ſo wird das Kügelchen dem Zuge des Fingers folgen, an dem das Waſſer gewiſſermaaßen, ſo wie an dem Kügelchen, klebt.

Aus dem Angeführten wird man nun leicht einſehen, warum zwey Kügelchen, die vom Rande des Gefäßes entfernt in die Mitte des Waſſers gelegt werden, ſich gegen einander bewegen, wenn ſie nahe genug gekommen ſind.

§. 150. Wenn ein Gefäß mit einer Flüſſigkeit, die ſonſt damit cohärirt, übervoll angefüllt wird, ſo wird ſie aus derſelben Urſache, warum eine Flüſſigkeit für ſich allein Tropfen bildet (§. 128.), eine convexe Oberfläche erhalten, die deſto mehr der ſphäriſchen Geſtalt nahe kömmt, je kleiner der Durchmeſſer des Gefäßes iſt. Es iſt hier ganz ſo wie mit den Oberflächen der Flüſſigkeiten in Gefäßen, die damit nicht cohäriren (§. 139.). Legt man nun ein hohles Glaskügelchen auf ein mit Waſſer übervoll gefülltes Glas, ſo wird es ſich von dem convexen Rande weg nach der Mitte zu bewegen.

Geſetzt, es befinde ſich ein hohles Glaskügelchen G (Fig. 21.) auf der convexen Fläche AC des Waſſers in dem

dem damit übervoll angefüllten Gefäße ABCD, ſo wird ſich, wenn es am Rande A ſteht, zur Seite l weniger Waſſer erheben, als in k, weil der Winkel in k zwiſchen dem Waſſer und dem Kügelchen ſpitzer iſt, als in l. Es wird ſich alſo wegen der ſtärkern Cohärenz in k nach k zu vom Rande abwärts bewegen, bis ſich in der Mitte der Fläche um das Kügelchen herum das Waſſer gleich hoch befindet.

§. 151. Wenn eine Flüſſigkeit aus einem Gefäße, womit ſie ſtärker cohärirt, als unter ſich, und welches keinen nach außen umgelegten Rand hat, in der geneigten Lage deſſelben ausgegoſſen wird, ſo läuft ſie längs der Wand des Gefäßes auswendig hinab, ohngeachtet ſie durch die Schwere nach der ſenkrechten Richtung herabgetrieben werden ſollte. Sie wird nemlich jetzt durch zwey Kräfte zu gleicher Zeit afficirt, die der Cohärenz und der Schwere, und muß eine mittlere Bewegung dadurch erhalten. Flüſſigkeiten hingegen, die mit dem Gefäße nicht cohäriren, laufen auch beym Ausgießen in der geneigten Lage des Gefäßes nicht längs der Wand deſſelben auswendig herab. Im gemeinen Leben giebt man, des erſtern Zufalles wegen, den zum Ausgießen der Flüſſigkeiten beſtimmten Gefäßen, entweder einen umgebogenen Rand, oder Einſchnitte und Ausgüſſe, um dadurch die Richtung oder Menge der Berührungspuncte, und ſo die Stärke der Cohärenz zu vermindern.

Beyſpiele: Waſſer fließt an der Wand eines vollen Trinkglaſes beym Neigen deſſelben herab; Queckſilber an der Wand eines zinnernen Gefäßes.

Waſſer fließt an der mit Fett beſtrichenen und mit Bärlappſaamen beſtreuten Wand eines Glaſes nicht herab. Queckſilber fließt an der Wand einer ſteinernen Schaale beym Ausgießen nicht herab.

Es ſey AB (Fig. 22.) ein mit Waſſer gefülltes Glas, das in die geneigte Lage gebracht worden iſt, ſo wird der Tropfen a zwar durch die Schwere in der Direction

ac getrieben werden, aber die Cohärenz deſſelben mit dem Glaſe wird nach der auf der Wand ſenkrecht ſtehenden Wirkung ihn nach der Direction ab zu ziehen; er wird alſo nach der Richtung der Diagonallinie ae getrieben werden; dies wird von allen nachfolgenden Tropfen gelten, und ſie werden, wenn ſie unmittelbar hinter einander folgen, einen Waſſerſtrahl längs der Wand des Gefäßes ae machen. Wenn zuviel Waſſer auf einmal ausgegoſſen wird, ſo iſt das Gewicht des Waſſerſtrahls viel größer, als die Summe der Cohäſionskräfte in den berührenden Theilen, und dann fällt der Waſſerſtrahl ſenkrecht herab. Dies erfolgt auch, wenn das Gefäß horizontal gehalten wird. Alsdann wird die Richtung, nach der die Cohärenz auf das Gefäß wirkt, der der Schwere gerade entgegengeſetzt, und das Waſſer muß der Wirkung der größern Kraft folgen. Eben dies iſt auch der Fall, wenn der Tropfen in dem Punct e iſt. Er wird nun nach der Direction ed durch die Cohärenz gegen das Gefäß, und nach ef durch die Schwere getrieben; beide Kräfte ſind ſich entgegengeſetzt; und es kömmt nun darauf an, welche Kraft die größeſte iſt, die bewegende Kraft der Schwere, d. h. das Gewicht des Waſſertropfens, oder die Cohärenz deſſelben mit dem Glaſe. Iſt das erſtere, ſo fällt er herab; iſt das letztere, ſo bleibt er hängen. Wenn der Waſſerſtrahl ſehr geſchwind am Glaſe herunter läuft, ſo erhält er durch den Fall eine Geſchwindigkeit und die Kraft nach der Direction aei ſich fortzubewegen. Da er aber durch die Schwere zu gleicher Zeit, während er nach ei zu gehen fortfahren will, nach ef herabgetrieben wird, ſo durchläuft er die Diagonale e k, und die Folge wird lehren, daß dies eine paraboliſche Linie ſeyn müſſe.

§. 152. Wenn aus der Mündung einer engen Röhre, die etwa eine halbe Linie im Durchmeſſer hat, ein Waſſerſtrahl ſenkrecht hervorſpringt, und es wird derſelbe zur Seite mit einem cylindriſchen Körper berührt, der von der Natur iſt, daß das Waſſer auf ihm zerfließt; ſo wird er ſich um den cylindriſchen Körper herum bewegen, und herabfallen. Dies gilt von jeder Flüſſigkeit, die mit dem cylindriſchen Körper ſtärker zuſammenhängt, als unter ſich. Eben ſo wird auch das Waſſer aus einer ſenkrechten

Röh-

Röhre, die nicht ſehr weit, und von der Natur iſt, daß das Waſſer darauf zerfließt, wenn die Mündung der Röhre ſchief abgeſchnitten iſt, nicht in der ſenkrechten, ſondern in einer geneigten Richtung hervorſpringen. Dieſe Wirkung wird weder im erſten, noch im andern Fall erfolgen, wenn die Mündung der Röhre ſehr weit iſt. Flüſſigkeiten, die im erſtern Fall nicht mit dem cylindriſchen Körper, und im zweyten nicht mit der Materie der Röhre ſtärker zuſammenhängen, als unter ſich, werden jene Erſcheinungen nicht zeigen, wenn auch die Mündung der Röhre ſehr eng iſt.

Es ſpringe (Fig. 23.) das Waſſer aus der engen Mündung b der Röhre ab in der ſenkrechten Richtung bck hervor, und es werde der Waſſerſtrahl in c mit einem runden gläſernen, metallenen, oder hölzernen Stabe berührt, ſo wird der Strahl gleich ſeine Richtung am Berührungspuncte ändern, um den Stab herum nach d, und weiter nach unten zu gehen, und von e herab in der Richtung ef fallen. Jeder den Stab berührende Tropfen ſtrebt durch die Kraft des Drucks, die ihn nach oben zu treibt, (Fig. 24.) nach gk zu gehen; die Cohärenz mit dem Stabe aber macht, daß er ſenkrecht darauf angezogen wird, alſo nach der Richtung gc wirkt; er wird daher von zwey Kräften getrieben, gk und gc, und die Diagonale gg durchlaufen. Da aber die Kraft der Cohärenz gc ſtetig wirkt, ſo wird er alle Augenblicke von der Richtung der Tangente gk abgelenkt werden, folglich eine krumme Linie um den Stab herum beſchreiben, wo die Cohärenz nach der Richtung gc die Centripetalkraft, und der Sprung in der Linie gk die Tangentialkraft iſt. Durch die Wirkung der Schwere wird zwar dieſe Tangentialkraft beym Hinabſteigen des Strahls auf dem linken Halbkreiſe befördert, aber auch wieder unten dadurch geſchwächt; die Tropfen werden alſo unten langſamer bewegt werden, wenn ſie wieder der Richtung der Schwere entgegen in die Höhe ſteigen ſollen, ſich folglich wegen des ſchnellern Nachfolgens der folgenden anhäufen, und durch das vergrößerte Gewicht die Stärke der Cohärenz gegen den Stab zu überwinden, und ſolchergeſtalt herabfallen.

Es

Es ſey ad (Fig. 25.) eine enge gläſerne Röhre, die in dc eine ſchiefe Mündung hat, und es werde daraus das Waſſer nach der Richtung cf zu ſpringen genöthigt. So wie das Waſſer die ſchiefe Mündung erreicht, ſo wird es nun noch auf der einen Seite die Kraft der Cohärenz in der Richtung cg äußern können, aber auch nun von zwey Kräften getrieben werden, die einen Winkel gcf einſchließen. Es muß ſich folglich nach der Diagonale dk bewegen.

Iſt der Waſſerſtrahl zu ſtark, ſo iſt die bewegende Kraft deſſelben zu groß; ſo daß die Kraft der Cohärenz des Waſſers und des Gefäßes in beiden Fällen ganz dagegen verſchwindet.

Hamberger elem. phyſ. §. 168.

§. 153. Aus den bisher vorgetragenen Sätzen von der Kraft der Cohärenz zwiſchen feſten und flüſſigen Körpern, und der Erſcheinung der Haarröhrchen, läßt ſich nun auch erklären, warum das Waſſer und andere Flüſſigkeiten in Materien, deren Gewebe zarte Zwiſchenräume und Röhrchen bildet, und die damit ſtärker zuſammenhängen, als die Theile der Flüſſigkeit unter ſich thun, z. B. in Löſchpapier, Schwamm, Leinwand, Zucker, geballter Aſche, Dochten u. d. gl. aufſteigt. Imgleichen läßt ſich auch daraus das Durchfließen ſolcher Flüſſigkeiten durch allerley Seihewerkzeuge, als Löſchpapier, Leinwand, Zwillig, Filz, u. d. gl. erklären. Alles was eine Flüſſigkeit hindert, in einer Haarröhre einer Materie aufzuſteigen, verhindert auch das Durchfließen durch dergleichen Körper. So fließt Oehl nicht durch Löſchpapier, das mit Waſſer befeuchtet iſt; Queckſilber nicht durch Flor und Leinwand, wenn ſein Druck nicht zu groß iſt. Endlich ſo läßt ſich auch daraus erklären, warum Salz oder Salzſolutionen in nicht ganz damit vollgefüllten gläſernen Cylindern beym unmerklichen Abdunſten über den Rand des Glaſes ſteigen können.

§. 154. Flüſſigkeiten, die mit einem feſten Körper nicht ſo ſtark zuſammenhängen, als es ihre Theile unter ſich thun, ſteigen in den aus dem feſten Körper gemachten Haarröhren nicht in die Höhe, ſondern ſtehen, wenn man dieſe letztern darin eintaucht, in dem Haarröhrchen tiefer als auswendig.

Beyſpiele: Queckſilber, geſchmolzenes Bley, Zinn u. d. gl. ſteht in einem gläſernen Haarröhrchen, das hineingetaucht wird, tiefer, als auswendig umher.

1) Da das Queckſilber mit dem Glaſe nicht zuſammenhängt, ſo kann es auch in dem daraus verfertigten Haarröhrchen nicht aufſteigen. Aber warum ſteht es darin tiefer, als auswendig, wenn das Haarröhrchen ins Queckſilber getaucht wird? Wenn (Fig. 26.) das Haarröhrchen ab in das Queckſilber getaucht wird, deſſen Oberfläche in gf des Gefäßes CDEF liegt, ſo ſollte das Queckſilber, nach hydrauliſchen Grundſätzen, darin ſo hoch ſtehen als auswendig; es ſteht aber darin nur bis zur Höhe kl. Das Queckſilber kann nemlich nicht eher ins Haarröhrchen hineindringen, als bis ſeine Theile getrennt ſind. Da die Theilchen des Queckſilbers auf dem Glaſe nicht zerfließen, ſo kann die Cohärenz zwiſchen Glas und Queckſilber dieſe Trennung nicht bewirken. Es wird daher ein Druck des umgebenden Queckſilbers nöthig ſeyn, um dieſen Zuſammenhang der Theile des Queckſilbers aufzuheben. Es muß alſo der Druck des Queckſilbers in der Höhe kg oder lf um das Haarröhrchen herum angewendet werden, um die in das Haarröhrchen aufzuſteigenden Theilchen des Queckſilbers von einander zu trennen; er kann alſo nicht auch noch die Wirkung verrichten, das Queckſilber im Haarröhrchen bis zur Höhe gf zu erheben, und es bleibt alſo nur daſſelbe bis zur Höhe kl im Haarröhrchen ſtehen. Es folgt hieraus, daß immer gleich viel an der Höhe des Queckſilbers im Haarröhrchen fehlen müſſe, es mag ſo tief untergetaucht werden, als es will.

Muſchenbroek a. a. O. in der Diſſ. phyſ. experim. S. 303.

2) Je enger das gläſerne Haarröhrchen iſt, deſto tiefer ſteht das Queckſilber, in welches daſſelbe eingetaucht wird, darin, und es verhält ſich die Höhe des Queckſilbers außer dem Haarröhrchen über die in demſelben umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Haarröhrchen.

Ich muß geſtehen, daß die Erklärung, welche Hamberger von dieſer Erſcheinung anführt, (a. a. O. S. 131.) mich nicht befriedigt. Ich will daher eine andere

re verſuchen. Man kann ſich vorſtellen, daß das Queckſilber rund um das Haarröhrchen herum aus lauter Säulen beſtehe, die die Grundfläche des Haarröhrchens haben, und die alſo bey gleicher Höhe mit einander im Gleichgewicht ſind. Nach dem in der vorigen Anmerkung angeführten nun iſt zur Trennung der Queckſilbertheilchen, die in das Haarröhrchen aufſteigen ſollen, ein Druck nöthig, der durch die über kl (Fig. 26.) liegende Schicht bewirket wird, die wir die Druck-Schicht nennen wollen, und die wir uns von gleicher Grundfläche mit der im Haarröhrchen befindlichen denken können, und nach hydrauliſchen Geſetzen denken müſſen. Je kleiner nun der Durchmeſſer des Haarröhrchens iſt, deſto kleiner wird die Grundfläche der darin getretenen Queckſilberſäule ſeyn; folglich deſto höher wieder die äußere benachbare Druckſchicht von gleicher Grundfläche ſeyn müſſen, um durch einen gleichen Druck das Queckſilber in dem Zuſammenhange zu zertheilen, der das Eindringen deſſelben in das Haarrohr hindert. Iſt der Durchmeſſer des Haarrohrs noch einmal ſo klein, ſo iſt die Grundfläche viermal kleiner, folglich müßte die Höhe einer auswendigen Druckſchicht lf, fg, von gleicher Grundfläche, viermal höher ſeyn, um ein gleiches Gewicht zu haben. Aber bey dem halb ſo großen Durchmeſſer wird die Peripherie nur halb ſo groß, folglich auch die Menge der zu trennenden Queckſilbertheile halb ſo groß ſeyn; die Trennung des Zuſammenhangs der letzten iſt aber das Hinderniß des Aufſteigens, folglich müßte hier der Widerſtand nur halb ſo groß ſeyn, und das Queckſilber müßte durch gleichen Druck noch einmal ſo hoch hineindringen. Es wären dieſemnach die Höhen des Queckſilbers auswendig in einem zuſammengeſetzten Verhältniß, nemlich des umgekehrten des Quadrats der Diameter und des geraden der Diameter, folglich verhielten ſie ſich umgekehrt, wie die Diameter der Haarröhren.

3) Hieraus folgt denn nun, daß ſo, wie das Waſſer zwiſchen zwey unter einem ſpitzen Winkel zuſammengeſetzten Glastafeln, die vertical ins Waſſer geſtellt werden, aufſteigt, und eine Hyperbel bildet (§. 148.), das Queckſilber zwiſchen dieſen in daſſelbe getauchten Glastafeln in der umgekehrten Stellung eine Hyperbel bilden müſſe.

Muſchenbroek intr. in philoſ. natural. §. 1062. Tab. XXVI. Fig. 13.

§. 155. Wenn ein leicht beweglicher Körper auf einer Flüſſigkeit ſchwimmt, die daran nicht zer-

fließt,

fließt, und die Flüſſigkeit in einem Gefäße enthalten iſt, das davon naß wird, ſo wird der Körper vom Rande des Gefäßes mit einer deſto größern Geſchwindigkeit zurückgehen, je näher er dem Rande gebracht worden iſt. Hält man, wenn der Körper in der Mitte ruhig liegt, einen andern Körper, der von der Flüſſigkeit naß wird, in der Nähe des ſchwimmenden Körpers hinein, ſo wird der letztere ſich davon abwärts bewegen.

Beyſpiel: Eine mit Fett beſtrichene und mit Bärlappſaamen beſtreuete hohle gläſerne Kugel geht auf Waſſer in einem Glaſe von der Wand zurück, gegen die man ſie geführt hat. Liegt ſie in der Mitte ruhig, und taucht man den Finger in der Nähe derſelben hinein, ſo bewegt ſie ſich vom Finger abwärts. Die Bewegung eines ſchweren Körpers auf der ſchiefen Ebene erklärt hier alles, wenn man zugleich erwägt, daß das Waſſer an der Wand des Glaſes und am Finger höher ſteht, als weiter abwärts.

§. 156. Alle die bisher vorgetragenen Sätze laſſen ſich alſo durch mehrere oder mindere Cohäſion feſter und flüſſiger Körper erklären, deren Urſach erſt bey der unmittelbaren Berührung materieller Theilchen thätig wird; und wir brauchen alſo keine in der Entfernung wirkende anziehende Kraft, und eben ſo wenig auch eine eigene zurückſtoßende Kraft für die bisher angeführten Phänomene.

§. 157. So wie die verſchiedenen ungleichartigen Körper nicht mit gleicher Kraft unter einander zuſammenhängen (§. 134.), ſo zeigen auch die verſchiedenen ungleichartigen Beſtandtheile (§. 48.) der Körper ſelbſt nicht eine gleich ſtarke Cohäſion unter einander; und die Erfahrung lehrt, daß zwey verbundene und zu einem ſich gleichartigen Ganzen vereinigte ungleichartige Stoffe dadurch getrennt

werden können, wenn ein dritter Stoff dazu geſetzt wird, mit welchem einer von den beiden verbundenen ſtärker zuſammenhängt, als ſie unter ſich ſelbſt zuſammenhängen.

§. 158. Man nehme dieſemnach an, daß zu einem aus zwey ungleichartigen Beſtandtheilen a und b zuſammengeſetzten Körper C ein anderer Stoff d geſetzt werde, mit welchem a ſtärker zuſammenhängt als mit b, ſo wird ſich natürlicherweiſe a mit d vereinigen, und wenn dieſe nun keine oder wenig Cohäſion mehr haben mit b, ſo wird b abgeſchieden.

Beyſpiele: Setzt man zu einer Auflöſung (C) aus Weingeiſte (a) und Harz (b), Waſſer (d), ſo wird das Harz abgeſchieden. Schüttet man zu einer Auflöſung des arabiſchen Gummi in Waſſer, Weingeiſt, ſo wird das Gummi geſchieden. Vermiſcht man die Auflöſung der Kalkerde in Salpeterſäure mit feuerbeſtändigem Laugenſalze, ſo wird die erſtere getrennt. Schüttelt man verdünnte Goldauflöſung in Königswaſſer mit Vitrioläther zuſammen, ſo zieht der letztere das Gold in ſich, u. d. gl. m.

§. 159. Es wird alſo hier durch die ſtärker oder ſchwächer wirkende Cohärenz eine Trennung ungleichartiger Theile (§. 48.) bewirkt, die vorher ein homogenes Ganzes ausmachten, und durch äußere Gewalt nicht getrennt werden konnten, durch die man nur gleichartige Theile von einander abſondern kann. Die Theilung der Körper in gleichartige Theile nennt man deswegen auch **mechaniſche Theilung**; die Theilung gemiſchter Körper in ungleichartige Theile hingegen **Scheidung, Zerſetzung**, oder **Zerlegung** (analyſis). Bey der mechaniſchen Theilung behalten die erhaltenen gleichartigen Theile dieſelbe Natur und Eigenſchaften, die das Ganze hatte, von dem ſie herrühren; die ungleichartigen kann man

aber

aber nie von einander trennen, ohne den daraus gemiſchten Körper in ſeiner Natur und ſeinen Eigenſchaften gänzlich zu zerſtören, die von der innigen Verbindung dieſer ungleichartigen Theile unter einander abhängen.

§. 160. Die Wirkung dieſer den Stoffen in der Natur beywohnenden Kraft der Cohärenz, vermöge welcher ſich ungleichartige unter einander ſtärker oder ſchwächer vereinigen, nennt man die **chemiſche Verwandtſchaft** (affinitas chemica), und man ſchreibt demjenigen Stoffe eine **nähere** oder **ſtärkere** Verwandtſchaft mit einem andern zu, als mit einem dritten, der mit jenem ſich ſtärker und genauer verbindet, als mit dieſem.

§. 161. Man hat mehrere Arten der Verwandtſchaften unterſchieden, ohngeachtet es immer eine und eben dieſelbe Kraft iſt, die ſie bewirkt, und die ſich nur nach der verſchiedenen individuellen Natur der Materie ſtärker oder ſchwächer, und nach Verſchiedenheit der Umſtände in gewiſſen Abänderungen zeigt. Man nennt es bey zwey auf einander wirkenden Stoffen eine **einfache Verwandtſchaft** (affinitas ſimplex); eine **complicirte** (affinitas complicata), wenn mehr als zwey Stoffe dabey vorkommen.

§. 162. Vermittelſt der einfachen Verwandtſchaft (§. 161.) vereinigt ſich ein Körper mit einem andern ungleichartigen dergeſtalt, daß ſie zuſammen eine vollkommen gleichförmige Maſſe ausmachen, ſo, daß nicht mehr die Theile des einen Körpers von den Theilen des andern zu unterſcheiden ſind. Dieſe Wirkung der beiden ungleichartigen Stoffe auf ein-

einander, heißt Auflöſung (ſolutio), auch wird die neuentſtandene Zuſammenſetzung ſelbſt eine Auflöſung genannt.

Beyſpiele: Gummi und Waſſer,
Zucker und Waſſer,
Salz und Waſſer,
Waſſer und Weingeiſt,
Oehl und Wachs,
Geſchmolzenes Bley und Zinn,
Silber und Scheidewaſſer,
Kreide und Eſſig, u. dgl. m.

§. 163. Hierbey nennt man gewöhnlich denjenigen von beiden Körpern, welcher durch ſeine Flüſſigkeit, oder durch ſeine Schärfe, oder durch ſeine Menge vorzüglich wirkſam zu ſeyn, und den andern in ſeine Zwiſchenräume aufzunehmen ſcheint, das Auflöſungsmittel (ſolvens, menſtruum); den andern aber, der ſich mehr leidend zu verhalten ſcheint, den aufzulöſenden Körper.

§. 164. Bey jeder Auflöſung wird der Zuſammenhang der Theile des aufzulöſenden Körpers aufgehoben, und dieſer wird ſo mit dem Auflöſungsmittel vereiniget, daß ſie nun beide zuſammen eine Maſſe ausmachen, die ſich völlig gleichartig iſt, und in welcher man auch mit dem beſten Vergrößerungsglaſe nicht mehr die ungleichartigen Theile, die ſich aufgelöſt haben, von einander unterſcheiden kann. Es muß alſo nothwendig eine wechſelſeitige Cohäſion zwiſchen den Theilen des Auflöſungsmittels und des aufzulöſenden Körpers ſtattfinden, welche ſtärker iſt, als die Kraft des Zuſammenhanges zwiſchen ihren gleichartigen Theilen ſelbſt; oder die Verwandtſchaft (§. 160.) der ſich auflöſenden Körper muß größer ſeyn, als der Zuſammenhang ihrer gleichartigen Theile.

Unterſchied der Auflöſung von mechaniſchen Vermengungen.

§. 165. Von der Art und Weiſe, wie die aufgelöſten Theile unter einander zuſammenhängen, können wir eben ſo wenig ſagen, als von der Art und Weiſe des Zuſammenhanges der Theile der Körper überhaupt. Die Unzulänglichkeit der Hypotheſe, nach welcher die Theile des Auflöſungsmittels die Geſtalt von kleinen Keilen oder Spitzen haben, und dadurch in die Zwiſchenräume des aufzulöſenden Körpers eindringen und ſie auseinander treiben ſollen, bedarf wol keiner weitern Anzeige.

§. 166. Zwey feſte Körper können ſich einander nicht auflöſen. Die Summe der Cohäſionskräfte ihrer gleichartigen Theile iſt größer als die Summe ihrer Verwandtſchaften. Schon in der ältern Chemie hatte man daher den Grundſatz: corpora non agunt, niſi fluida. Es muß alſo erſt immer, wenigſtens bey Einem Körper, die Cohäſion ſeiner gleichartigen Theile in einem hohen Grade aufgehoben, d. h. er muß flüſſig gemacht werden (§. 120.), ehe eine Auflöſung vor ſich gehen kann. Selbſt zwey feſte Körper von gleicher Art können, ohne vorher flüſſig gemacht zu ſeyn, ſich zu keinem homogen zuſammenhängenden Ganzen vereinigen.

§. 167. Man unterſcheidet hiernach **Auflöſungen auf naſſem Wege** (ſolutiones humidae) und **Auflöſungen auf trockenem** (ſolutiones ſiccae). Bey jenen iſt von den ſich auflöſenden Subſtanzen wenigſtens Eine ſchon an und für ſich im tropfbarflüſſigen Zuſtande, bey dieſen hingegen ſind ſie an und für ſich feſt, und ſie müſſen erſt durch Schmelzen

in

in den Zuſtand der Flüſſigkeit verſetzt werden, ehe ſie ſich auflöſen können.

Beyſpiele von Auflöſungen auf trockenem Wege geben: Schwefel und Bley, Schwefel und Eiſen, Laugenſalz und Kieſelerde, u. d. gl.

§. 168. Wenn ein Auflöſungsmittel von einem aufzulöſenden Körper ſo viel in ſich genommen hat, als er nur davon auflöſen kann, ſo ſagt man: es ſey geſättiget (ſaturatum). Die Verwandtſchaft des erſtern gegen die Theile des letztern hat alsdann ihre Gränzen. Sehr oft iſt dieſe Sättigung nach der verſchiedenen Temperatur außerordentlich verſchieden.

§. 169. Die aufgelöſten Körper nehmen allemal unter einander an ihrer wechſelſeitigen Natur Antheil. Dieſer Satz iſt ſehr wichtig, und fruchtbarer an Folgerungen für die Naturlehre, als man gewöhnlich glaubt. Es läßt ſich daraus auch erklären, warum die mannigfaltige Zuſammenſetzung der Körper unter einander oft ganz andere Eigenſchaften beſitze, als die einzelnen Theile, woraus ſie beſtehen.

§. 170. Wenn das Auflöſungsmittel durchſichtig iſt, ſo muß auch nach geſchehener Auflöſung die neue Zuſammenſetzung durchſichtig bleiben, (vorausgeſetzt, daß ſie ihren Aggregatzuſtand nicht ändert); widrigenfalls iſt die Auflöſung entweder nur unvollkommen geſchehen, oder es ſind fremdartige Theile eingemengt.

§. 171. Die Verbindung zweyer verſchiedener Körper, die ſich aufgelöſt haben, iſt oft dichter, als ſie es der Natur der einzelnen Körper nach ſeyn ſollte, aus denen ſie zuſammengeſetzt iſt; d. h. der Umfang

fang der Auflöſung iſt nicht mehr gleich der Summe der Umfänge, welche die Körper vor der Auflöſung hatten. Manchmal iſt das neuentſtandene Gemiſch auch wol lockerer, als es der Berechnung zu Folge ſeyn müßte. Alles dies beweiſt nicht nur die genaue und innige Vereinigungsart der Stoffe, die ſich unter einander auflöſen, ſondern auch die Verſchiedenheit des Gefüges, und der Stellung der Zwiſchenräume, welche die Körper nach ihrer wechſelſeitigen Auflöſung erhalten.

Beyſpiele: Weingeiſt und Waſſer zuſammengemiſcht werden dichter, als ſie der Berechnung zu Folge ſeyn ſollten. Es werden ferner **dichter**: Gold und Silber, Gold und Bley, Gold und Wismuth, Gold und Zink, Silber und Kupfer, Silber und Bley, Silber und Zinn, Silber und Wismuth, Silber und Zink, Silber und Spießglaskönig, Kupfer und Zinn, Kupfer und Zink, Kupfer und Spießglaskönig, Bley und Wismuth, Bley und Spießglaskönig, Queckſilber und Zinn, Queckſilber und Bley, Wismuth und Spießglaskönig, wenn ſie zuſammengeſchmolzen werden.

Es werden **lockerer**: Gold und Kupfer, Gold und Eiſen, Gold und Zinn, Platina und Kupfer, Eiſen und Spießglaskönig, Eiſen und Wismuth, Eiſen und Zink, Kupfer und Bley, Zinn und Zink, Zinn und Bley, Zinn und Spießglaskönig, Queckſilber und Wismuth.

Io. Dav. Hahn diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. L. B. 1751. 4. De denſitate mixtorum e metallis et ſemimetallis factorum, auct. *Chriſt. Ehreg. Gellert*, in den *comment. acad. petrop. T. XIII.*, p. 382. überſ. in Crells neuem chem. Archiv B. VI. S. 318. De denſitate metallorum ſeeum permixtorum, auct. *Geo. Wolfg. Kraft*, ebendaſelbſt *T. XIV.* S. 252., überſ. ebendaſ. S. 323. Verſuche und Beobachtungen über die ſpecifiſche Schwere und die Anziehungskraft verſchiedener Salzarten, — von Rich. Kirwan, a. d. Engl. von L. Crell. Berlin und Stettin 1783. kl. 8. Anmerkungen über die Gußprobe auf Zinn und Bley, von Axel Bergenſtierna; in den neuen ſchwed. Abhandl. B. I. 1780. S. 156., überſ. in Crells neueſten Entdeckungen, Th. VIII. S. 162.

§. 172.

§. 172. Es können ſich auch mehr als zwey ungleichartige Stoffe unter einander verbinden, und Auflöſungen bilden, und auf dieſe Art vielfach zuſammengeſetzte Körper hervorbringen. Dies iſt die einfachſte Art der complicirten Verwandtſchaft (§. 161.).

Beyſpiele geben: Zuſammengeſchmolzen Bley, Zinn, Wismuth; Gold, Silber, Kupfer; Weingeiſt, Waſſer und Zucker.

§. 173. Zwey ungleichartige Stoffe, die gegen einander wenig oder gar keine Verwandtſchaft haben, können doch vermittelſt eines dritten in genaue Verbindung geſetzt, und zur Auflöſung gebracht werden, wenn dieſer mit beiden erſtern nahe genug verwandt iſt. Dies iſt die zweyte Art der complicirten Verwandtſchaft (§. 161.), und ſie heißt die **Aneignung** (appropriatio) oder die **aneignende Verwandtſchaft** (affinitas appropriata, adiuta); der Körper aber, der die beiden andern mit einander vereiniget, das **Zwiſchenmittel**, das **aneignende Verwandtſchaftsmittel** (intermedium, corpus approprians).

Beyſpiele: Oehl und Waſſer mit Laugenſalz, Schwefel und Waſſer mit Laugenſalz.

§. 174. Die verſchiedenen ungleichartigen Stoffe verbinden ſich unter einander nicht mit gleicher Stärke, und äußern gegen einander nicht einerley Verwandtſchaft (§. 157.). Man kann daher zwey mit einander verbundene Körper trennen, wenn man einen dritten zuſetzt, der mit einem von den beiden vorher verbundenen ſtärker verwandt iſt und ſich mit ihm verbindet, und wenn dieſe neue Verbindung dann keine Verwandtſchaft mehr mit dem andern hat,

hat, der dadurch abgeſchieden wird. So dient dann die Verwandtſchaft der Körper auch zur Zerlegung und Scheidung in ungleichartige Theile; und hieher gehört der oben (§. 158.) angeführte Fall. Dieſe Art der complicirten Verwandtſchaft wird eine einfache **Wahlverwandtſchaft** (affinitas electiva ſimplex) genannt.

Beyſpiele ſiehe oben §. 158.

§. 175. Wenn der abgeſchiedene Körper aus der Auflöſung als ein feſter Körper zum Vorſchein kömmt, ſo heißt dieſe Verwandtſchaft auch die **Niederſchlagung**, oder **Fällung** (praecipitatio), der auf dieſe Art abgeſchiedene Stoff ein **Niederſchlag** (praecipitatum), und der Körper, der wegen ſeiner nähern Verwandtſchaft den Niederſchlag bewirkt, das **Fällungs- oder Niederſchlagungsmittel** (praecipitans).

§. 176. Man unterſcheidet auch hierbey Niederſchläge auf **naſſem** und **trockenem Wege**. Bey jenen iſt die zu trennende Miſchung ſchon an und für ſich im Zuſtande der Flüſſigkeit; bey dieſen muß ſie erſt durchs Feuer flüſſig gemacht werden.

Beyſpiele von Niederſchlägen auf trockenem Wege giebt: die Scheidung des Spießglasmetalles vom Schwefel durch Eiſen; des Bleyes vom Schwefel durch Eiſen.

§. 177. Man kennt noch kein allgemeines Geſetz, wornach ſich dieſe Wahlverwandtſchaften ereignen, und die Verwandtſchaft oder die Stärke der Vereinigung der Körper mit einem gemeinſchaftlichen Auflöſungsmittel ſteht weder im Verhältniß ihrer Dichtigkeit; noch im umgekehrten Verhältniß der Zeiten, wobey verſchiedene Körper von einem Auf-

Auflöſungsmittel aufgelöſt werden, wie Hr. Wenzel glaubt; noch im Verhältniß mit der Menge, in welcher ſie aufgelöſt werden können, wie Hr. Kirwan behauptet; ſondern ſie richtet ſich nach der eigenthümlichen Natur eines jeden Körpers, und kann nicht anders als durch Erfahrung gefunden werden. Uebrigens hat die Temperatur einen gar großen Einfluß auf den Grad der Verwandtſchaft.

Wenzel Lehre von der Verwandtſchaft der Körper, Dresden 1782. 8. S. 28; Kirwan Verſuche und Beob. St. 2. S. 36.

§. 178. Dieſe einfachen Wahlverwandtſchaften ſind ſehr wichtig und merkwürdig; und die Natur bedient ſich ihrer in ihrer großen Werkſtätte täglich, um Verbindung und Scheidung auf mannigfaltige Weiſe hervorzubringen. Erſt in der neueſten Epoche der Naturlehre hat man angefangen, mehrere Erfahrungen mit Genauigkeit und Sorgfalt hierüber zu ſammlen, und in Tafeln oder Stufenleitern dieſer einfachen Wahlverwandtſchaften zu verbinden. Schon im Jahr 1718 entwarf Geofroy die erſte, die hernach Gellert, Marherr, Erxleben, Wenzel u. a. m. verbeſſerten, vorzüglich aber Bergmann dadurch der Vollkommenheit näher zu bringen ſuchte, daß er Verwandtſchaften auf trocknem und naſſem Wege gehörig unterſchied.

Beyſpiel: Stufenleiter der Verwandtſchaft der Salpeterſäure.

20. Waſſer.
19. Silber.
18. Queckſilber.
17. Arſenikkönig.
16. Spießglaskönig.
15. Wismuth.
14. Kupfer.
13. Zinn.

12. Bley.

12. Bley.
11. Nickelkönig.
10. Kobaldkönig.
9. Braunſteinkönig.
8. Eiſen.
7. Zink.
6. Alaunerde.
5. Bitterſalzerde.
4. flüchtiges Laugenſalz.
3. Kalkerde.
2. Feuerbeſtändiges Laugenſalz.
1. Schwererde.

Tables des differens rapports obſervés en chimie entre differentes ſubſtances, par Mr. *Geofroy* l' ainé, in den *Mém. de l' acad. roy. des ſc.* 1718. S. 202. Eclairciſſemens ſur la table, par *Geofroy* l' ainé, ebendaſ. 1720. S. 20. Anfangsgründe zur metallurgiſchen Chemie, von Cph. Ehreg. Gellert, Leipz. 1751. 8. 1776. 8. Phil. Ambroſ. Marherr chemiſche Abhandlungen von der Verwandtſchaft der Körper, a. d. Lat. von Ernſt Gottfr. Baldinger, Leipz. 1764. 8. Anfangsgründe der Chemie von Joh. Chriſt. Polyk. Erxleben, Göttingen 1775. 8. Wenzel oben (§. 177.) angeführtes Werk. *Torb. Bergmann* de attractionibus electivis, in ſeinen *opuſculis phyſ. chemicis Vol. III.* S. 291. ff. Verbeſſerte Verwandtſchaftstafeln habe ich auch meinem Handbuch der Chemie Th. II. B. II. Halle 1790. angehängt.

§. 179. Wenn zwey Körper A und B, deren jeder aus zwey ungleichartigen Stoffen, A aus a und b, B aber aus c und d, zuſammengeſetzt ſind, unter einander in Verbindung kommen, und der Stoff a zu c eine nähere Verwandtſchaft hat als zu b, und die Verwandtſchaft von c zu a auch ſtärker iſt, als zu d; ſo muß ſich natürlicherweiſe a und c zu einem neuen Körper C vereinigen; und wenn nun b und d auch Verwandtſchaft gegen einander haben, ſo treten ſie ebenfalls zu einem neuen Körper D zuſammen. Die Körper A und B verwechſeln ihre Beſtandtheile gegen einander, und es entſtehen zwey neue Körper C und D. Dieſe Art der complicirten Verwandtſchaft wird eine doppelte

Wahl-

Wahlverwandtſchaft (affinitas electiva duplex) genannt.

Beyſpiele: Kupferkalk in Salpeterſäure aufgelöſt, wird durch reguliniſches Eiſen, als reguliniſches Kupfer gefällt; Silberkalk in Salpeterſäure aufgelöſt zerlegt Kochſalz; ſalpeterſaurer Kalk wird durch luftſaures Laugenſalz zerſetzt.

Zweytes Hauptſtück.

Schwere.

§. 180.

Jeder Körper, welcher unterſtützt iſt, drückt auf die Unterlage, welche ihn unterſtützt, und fällt oder bewegt ſich, wenn die Unterſtützung weggenommen wird, in einer geraden Linie nach der Erde zu, ohne daß wir eine äußere Urſach dabey wahrnehmen, welche dieſe Bewegung hervorbrächte.

§. 181. Dieſe Richtung zeigt einen Faden an, woran ein Körper frey herabhängt; und heißt eine **lothrechte, ſenkrechte** oder **verticale Linie** (linea verticalis). Eine Ebene, worauf ſie ſenkrecht iſt, heißt eine **waſſerrechte** oder **Horizontalebene** (planum horizontale); und eine gerade Linie in dieſer Ebene gezogen, eine **waſſerrechte** oder **Horizontallinie** (linea horizontalis).

§. 182. Dis Beſtreben der Körper, in ſenkrechter Linie gegen den Horizont ſich von ſelbſt zu bewegen, wenn ſie nicht unterſtützt ſind; oder nach eben der Linie den Körper, worauf ſie ruhen, zu drücken; heißt die **Schwere** (gravitas), und das Phänomen, das ſie äußert, **Gravitation**.

§. 183.

§. 183. Da auf der Oberfläche einer Kugel keine andere Linie ſenkrecht ſteht, als diejenige, welche durch den Mittelpunct der Kugel geht, ſo müßte auch, wenn die Erde eine kugelrunde Geſtalt hätte, die Directionslinie der fallenden Körper verlängert gegen den Mittelpunct der Erde gehen. Da aber die Erde eigentlich keine Kugel, ſondern ein Sphäroid iſt, ſo gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch ihr Centrum; in der Praxis aber können wir ohne merklichen Fehler hier die Erde als eine vollkommene Kugel, und wegen der großen Entfernung des Centrums derſelben von der Oberfläche die Directionslinien der Schwere benachbarter Körper auch als parallel anſehen.

§. 184. Die Schwere belebt alle Körper, die wir kennen, und ſie iſt ein allgemeines Phänomen der Körper; aber deswegen mit dem Begriff des Körpers nicht unzertrennlich verknüpft, oder keine nothwendige Eigenſchaft, wie einige wähnen. Wenn aber auch alle Körper der Erde ſchwer ſind, ſo ſind wir deswegen noch nicht berechtigt, alle Materie für ſchwer zu halten, und die unten anzuſtellenden Unterſuchungen werden uns lehren, daß einige Stoffe ſchlechterdings keine Schwere haben können.

§. 185. Durch die Schwere ſind alle irdiſche Körper mit der Erde verbunden, und können von ihr nicht entfliehen. Durch ſie ſind aber auch große Weltkörper zu einem Syſtem vereinigt.

Newtoni philoſ. natural. principia mathemat. L. III. Prop. 19. 20.

§. 186. Da die ſchweren Körper in jeder Richtung und Geſchwindigkeit, die mit der der Schwere nicht

nicht übereinſtimmt, Widerſtand leiſten, ſo muß auch die Schwere eine Kraft genannt werden. Dieſe Kraft muß aber ſtets und ununterbrochen wirkſam ſeyn, da wir ihre Wirkungen in den Körpern immer und in jedem Augenblicke wahrnehmen. Die Erfahrung lehrt auch ferner, daß ſie an ein und eben demſelbigen Orte in einem Körper immer einerley bleibt, und eben ſo, daß ihre Richtung an einem und demſelbigen Orte unveränderlich iſt.

§. 187. In Anſehung der Urſach dieſer Kraft haben ſich die Weltweiſen von jeher ſehr viel geſtritten, und gar nichts gewonnen. Alle diejenigen, welche die Schwere von den Wirkungen einer andern ſubtilen, flüſſigen Materie ableiten, wie Cartes, Huygens, Bülfinger, Kratzenſtein, le Sage, können bey allen mechaniſchen Erklärungsarten, von der Art und Weiſe der Bewegung dieſer Materie, uns nicht befriedigen; und immer bleibt, außer andern Schwierigkeiten, dabey noch die Frage übrig, woher hat dieſe ſchwermachende Materie ihre Kraft? Andere halten ſie für einerley mit der Kraft der Cohärenz, und begreifen beide unter dem gemeinſchaftlichen Namen der ſogenannten anziehenden Kraft und ihre Phänomene unter dem der Attraction (§. 117.); aber beide ſind identiſch von einander verſchieden, wie ihre Geſetze lehren.

Carteſii princip. philoſ. L. IV. prop. 19, 20. ff. *Chriſt. Hugenii* diſſ. de cauſſa gravitatis; in ſeinen *operibus reliq.* T. I. S. 93. ff., De cauſſa gravitatis phyſica generali disquiſitio experimentalis, auct. *Geo. Bernh. Bülfinger*, Pariſ. 1728. 4. Kratzenſteins Vorleſungen über die Experimentalphyſik S. 60. Lucrece newtonien, par Mr. *le Sage*, in den Mém. de l' acad. roy. des ſc. de Berlin, annés 1782. S. 404. ff.

§. 188. Wir müſſen eingeſtehen, daß wir von der Schwere an ſich, als Urſach des Phänomens der Gravitation, gar nichts wiſſen. Wir ſehen hiebey nur wieder das Phänomen, und die Urſach davon liegt außer unſerer Erfahrung. Der Name Schwerkraft, Kraft der Schwere, ſoll nicht die Urſach erklären, ſondern nur anzeigen, daß wir nach dem Bedürfniß unſeres Geiſtes zu dem ſinnlich wahrzunehmenden Phänomen eine wirkende Urſach annehmen, und dieſe von der Wirkung ſelbſt unterſcheiden. Wir wollen uns daher nur darauf einlaſſen, die Wirkungen der Schwere zu erkennen, um die Geſetze ausfindig zu machen, nach welchen ſie wirkt, wenn uns auch gleich die Urſach entgeht, und wir nicht befriedigend erklären können, wie Körper in der Entfernung auf einander zu wirken vermögend ſind. Die Ausfindung eines einzigen Geſetzes der Schwere hat weit mehr Verdienſt, hat mehr Nutzen geſtiftet, als alle Räſonnements über die Urſach der Schwere zuſammengenommen.

§. 189. Die Erfahrung lehrt uns, daß verſchiedene ungleichartige Körper von einerley Umfang nicht gleich ſtark nach der Richtung der Schwere drücken. Die Größe dieſes Drucks, den ein Körper äußert, heißt das Gewicht (pondus). Gewicht und Schwere müſſen nicht mit einander verwechſelt werden. Schwere iſt die beſchleunigende Kraft (§. 82.), in ſo fern ſie auf jedes Atom der ſchweren Maſſe wirkt; Gewicht aber iſt die bewegende Kraft dieſer ſchweren Maſſe, oder das Product aus der beſchleunigenden Kraft der Schwere durch die Summe der davon afficirten Atome, oder durch die ſchwere Maſſe (§. 82. 110.). Hieraus folgt denn, daß die be-

ſchleu-

ſchleunigende Kraft der Schwere einer Maſſe gleich ſey dem Gewicht derſelben dividirt durch die ſchwere Maſſe.

Wenn wir die beſchleunigende Kraft der Schwere f und die Summe der davon afficirten Atome M nennen, ſo iſt das Gewicht der letztern, oder $P = f.\ M$, und $P : p = f.\ M : f.\ m$. Ferner iſt $f = \frac{P}{M}$.

In ſo fern die Schwere eine ſtetige Kraft iſt, und eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung hervorbringt, und in ſo fern alle Atome einer Maſſe von der Schwere afficirt werden, laſſen ſich auch für die Beſchleunigung ſchwerer Maſſen folgende Sätze annehmen:

1) Das Product aus dem Gewichte (P, p) durch die Zeit (T, t) iſt gleich dem Producte der Maſſe (M, m) aus der Geſchwindigkeit (C, c), oder $PT = MC$, und $PT : pt = MC : mc$.

2) Die Gewichte mit den Quadraten der Zeiten multiplicirt, ſind gleich den Maſſen mit den durchlaufnen Räumen S, s, multiplicirt, oder $PT^2 = MS$, und $PT^2 : pt^2 = MS : ms$.

3) Die Gewichte mit den Räumen multiplicirt, ſind gleich den Maſſen mit den Quadraten der Geſchwindigkeiten multiplicirt, oder $PS = MC^2$, und $PS : ps = MC^2 : mc^2$.

§. 190. Da die Schwere allen gleichartigen Theilen eines ſchweren Körpers eingepflanzt iſt, ſo kann die beſchleunigende Kraft an und für ſich weder vermehrt, noch vermindert werden, die Theile mögen vereinigt oder von einander getrennt ſeyn; das Gewicht hingegen ändert ſich nach dem Unterſchiede der Quantität der ſchweren Materie, woraus der Körper beſteht.

Wenn wir die Summe aller von der beſchleunigenden Kraft der Schwere (f) afficirten Theile eines Körpers M nennen, und annehmen, daß ein Theil m von dieſer Maſſe weggenommen wird, ſo wird das übrige Gewicht $p = f.\ (M - m)$ kleiner ſeyn, als vorher P

oder

oder f. M war; die beſchleunigende Kraft aber wird immer dieſelbige bleiben, denn $\frac{f.(M-m)}{M-m} = \frac{f.M}{M}$.
Eben ſo muß es auch ſeyn, wenn in einem Theile der Maſſe M die Schwere zu wirken aufhört.

§. 191. Wenn alle Materie ſchwer wäre, ſo wären wir berechtigt anzunehmen, daß die Körper, welche mehr Gewicht haben, auch mehr Materie enthielten, oder dichter wären (§. 44.), und umgekehrt; und Maſſe (§. 41.) und Gewicht wären daher gleichbedeutend. Wenn es aber einige nicht ſchwere einfachere Beſtandtheile der Körper giebt, und wol gar die Kraft der Schwere dadurch auf andere aufgehoben wird, ſo können dichtere Körper nur in ſo fern **Körper ſchwererer Art, ſchwerartigere Körper** (corpora ſpecifice graviora), und lockere, **Körper leichterer Art, leichtartigere Körper** (corpora ſpecifice leviora) genannt werden, in wie fern jene bey einerley Volum mehr, dieſe aber weniger ſchwere Materie enthalten. Das Gewicht zeigt alſo nicht die Summe der materiellen Theile, ſondern nur die Summe der von der Schwere afficirten Theile an.

§. 192. Das Gewicht eines Körpers an ſich, oder die Ponderoſität deſſelben (wenn ich ſo ſagen darf), läßt ſich nicht beſtimmen, ſondern nur die Verhältniſſe des Gewichts der Körper; und man muß daher, um anzugeben, welcher Körper ſchwererer und welcher leichterer Art ſey, das Gewicht eines andern Körpers zur Einheit machen. Im bürgerlichen Leben nennt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers ſelbſt **Gewichte**, z. B. ein Centner, ein Pfund, ein Loth, u. d. gl.

Der Druck eines ſchweren Körpers gegen das, was ihn unterſtützt, überhaupt betrachtet, ohne Rückſicht auf das Volum des Körpers, heißt ſein **abſolutes Gewicht** (pondus abſolutum).

§. 193. Wenn man aber zwey Körper in Anſehung ihres abſoluten Gewichts gegen einander vergleicht, und ein gewiſſes beſtimmtes Volum zum Grunde der Vergleichung ſetzt, oder ihre Volumina bey gleichem abſoluten Gewicht mit einander vergleicht, ſo erhält man den Begriff von dem **eigenthümlichen Gewichte** (pondus ſpecificum), oder der **eigenthümlichen Schwere** (gravitas ſpecifica). Das eigenthümliche Gewicht eines Körpers bezeichnet alſo das Verhältniß der Quantität der ſchweren Theile eines Körpers zu einem andern, die in gleich großen Inbegriffen enthalten ſind.

§. 194. Es fließen hieraus die Regeln:

1) Körper von einerley Volum verhalten ſich in ihrem eigenthümlichen Gewichte, wie ihre abſoluten Gewichte.

Nennen wir die Volumina zweyer Körper V, v, ihre abſoluten Gewichte P, p, und das ſpecifiſche Gewicht Z, z, und nehmen wir $V = v$, ſo iſt $Z : z = P : p$.

2) Körper von einerley abſolutem Gewichte verhalten ſich in ihrem ſpecifiſchen Gewichte umgekehrt wie ihre Volumina.

Wenn $P = p$, ſo iſt $Z : z = v : V$.

3) Körper von ungleichem Volum und ungleichem abſoluten Gewichte verhalten ſich in ihrem ſpecifiſchen Gewichte wie die Quotienten des abſoluten Gewichts durch die Volumina.

Es iſt überhaupt $Z : z = Pv : pV = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$.

§. 195

Fall der ſchweren Körper.

§. 195. Da die Schwere ununterbrochen und ſtetig auf die Körper wirkt, ſo viel wir aus Erfahrung wahrnehmen können (§. 186.), ſo kann auch die Bewegung, welche ein Körper durch die Schwere beym Fall erlangt, keine gleichförmige Bewegung ſeyn (§. 73.), ſondern der fallende Körper muß zu der erhaltenen Geſchwindigkeit in jedem unendlich kleinen Zeittheile einen Zuſatz erhalten, und folglich mit einer in unendlich kleinen Zeittheilen gleichförmig beſchleunigten Bewegung (§. 76.) fallen.

§. 196. Es laſſen ſich alſo die oben (§. 76 — 81. angeführten Sätze von der gleichförmig beſchleunigten Bewegung der Körper auf den Fall der ſchweren Körper anwenden. Es folgt aus dieſer Anwendung, 1) daß **die Räume, welche ein ſchwerer Körper bey ſeinem freyen Fall in gleichen aufeinander folgenden Zeitelementen zurücklegt, ſich verhalten, wie die ungeraden Zahlen** 1, 3, 5, 7, u. ſ. f. (§. 80); 2) **daß ſich die Räume, welche ein ſchwerer Körper vom Anfang ſeiner Bewegung an, durch den freyen Fall zurücklegt, wie die Quadrate der Zeiten, oder der am Ende des Falls erlangten Geſchwindigkeiten** (§. 81.), und 3) **daß die Geſchwindigkeiten am Ende des Fallens ſich wie die Quadratwurzeln der Räume verhalten.**

Denn weil $S : ſ = T^2 : t^2$ (nach 2) und $T : t = C : c$, ſo muß auch $C^2 : c^2 = S : ſ$, und folglich $C : c = \sqrt{S} : \sqrt{ſ}$ ſeyn. Galilei hat dieſe Geſetze des freyen Falles ſchwerer Körper zuerſt entdeckt, die Theorie hiervon entworfen, und durch Verſuche mit dem Fall auf der ſchiefen Ebene zu beſtätigen geſucht. M. ſ. deſſen *Dialogus de motu locali. L. B.* 1699. 4.

Riccioli ſuchte die Wahrheit der galiläiſchen Sätze mit ſeinem Gehülfen Grimaldi durch unmittelbare

Verſuche zu beſtätigen. (M. ſ. *Riccioli* almageſtum novum, L. II. Cap. 21. Pr. 24.) Er ließ Kugeln aus Kreide, die 8 Unzen wogen, durch genau gemeſſene Höhen bey einem genauen Zeitmaaße durch ein Pendul fallen, und er fand

in 0 Sec.	50 Tertien	10 Fuß (röm.) Fallhöhe.				
1	=	40	=	40	=	
2	=	30	=	90	=	
3	=	20	=	160	=	
4	=	10	=	250	=	

Ferner

in 1 Sec.	=	=	15	=	
2	=	=	=	60	=
3	=	=	=	135	=
4	=	=	=	240	=

Aber dieſe Reſultate treffen ohngeachtet des Widerſtandes der Luft, auf welchen doch in der Theorie ſelbſt keine Rückſicht genommen worden iſt, ſo genau mit dieſer ſelbſt zuſammen, daß ſchon deshalb mit Recht Mistrauen in die Zuverläſſigkeit der Beobachtung geſetzt werden kann.

Die vollkommenſte Ueberzeugung gewähren die, mittelbarer Weiſe durchs Pendul angeſtellten, Verſuche, die in der Folge vorkommen werden.

§. 197. Da die Directionslinie der fallenden Körper auf die Erdkugel ſenkrecht ſteht (§. 183.), ſo kann auch der Raum, den ein Körper beym Fallen durchläuft, durch die Perpendiculärlinie gemeſſen werden, welche durch den Mittelpunct der Erdkugel geht. Dieſe Perpendiculärlinie nennt man auch die Höhe der fallenden Körper. Sie iſt daher der Raum, welchen ein fallender Körper durchläuft. Da ſich beym Fallen der Körper die Räume verhalten wie die Quadrate der Zeiten oder der Geſchwindigkeiten (§. 196.), ſo werden ſich auch die Höhen ſo verhalten müſſen. Wenn daher ein Körper in der erſten Secunde durch eine gewiſſe Höhe gefallen iſt, ſo wird er in zwey Secunden viermal, in drey Secunden neunmal ſo tief gefallen ſeyn.

§. 198. Die Erfahrung lehrt, daß ein ſchwerer Körper bey ſeinem Fall in unſern Gegenden in der erſten Zeitſecunde eine Höhe von 15,094662 pariſ. Fuß, oder 15,625 rheinländiſche Fuß = 15625 Tauſendtheilchen eines rheinländiſchen Fußes durchlaufe.

Dieſe Fallhöhe in der zur Zeiteinheit genommenen Zeitſecunde hat Huygens mittelbarer Weiſe durchs Pendul beſtimmt. (Horologium oſcillatorium. Pariſ. 1673. Fol. P. IV. pr. 26.)
Die Quadratwurzel von 15625 iſt 125.

§. 199. An einerley Ort ſind die beſchleunigenden Kräfte beym freyen Fall der ſchweren Körper einerley, ihre ſchwere Maſſe mag ſeyn wie ſie will. Die Maſſe der fallenden Körper kann hier gar nichts zu ihrer Geſchwindigkeit beym freyen Falle beytragen; wie es wol ſonſt ſcheinen möchte. Nur beym Falle in einem widerſtandleiſtenden Mittel, z. B. in Luft, Waſſer, u. d. gl. wird freylich der Körper, der bey gleicher Geſchwindigkeit weniger Maſſe, und alſo weniger Gewalt hätte, einerley Widerſtand mit der geringen Kraft nicht überwinden, den ein anderer mit größerer Kraft überwindet. Ein jeder wird hingegen zugeben, daß in einem freyen Mittel mehrere gleichartige Theile eines Körpers mit gleicher Geſchwindigkeit fallen. Warum ſollten ſie es aber nicht thun, wenn ſie einzeln, und nicht zuſammen verbunden wären? Alle Körper, große und kleine, leichte und ſchwere, fallen alſo, ohne Einfluß ihrer Maſſe, im freyen Mittel, gleich geſchwind.

Dieſer Satz folgt aus dem oben (§. 190.) angeführten; und es iſt $f = F$, weil $\frac{P}{M} = \frac{P}{m}$ oder $\frac{f \cdot M}{M} = \frac{f \cdot m}{m}$.

Aber

Aber nur an einerley Ort findet dieſer Satz ſtatt, weil f, oder die beſchleunigende Kraft ſelbſt nach dem Aequator zu ab-, und nach den Polen hin zunimmt, wie nachher bemerkt werden wird.

§. 200. Da ſich die Lehre von der gleichförmig beſchleunigten Bewegung auf den freyen Fall der Körper anwenden läßt, ſo folgt auch, daß ein ſchwerer Körper, der durch den Fall einen gewiſſen Raum von ſeiner Ruhe an durchläuft, nach Verlauf eines Zeittheils eine endliche Geſchwindigkeit erlangt, mit der er, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, in der eben ſo großen Zeit den doppelt ſo großen Raum gleichförmig zurücklegen würde.

§. 201. Da ſich die endlichen Geſchwindigkeiten ſchwerer fallenden Körper verhalten wie die Quadratwurzeln der Räume (§. 196. 3.) oder der Höhen, ſo werden die Räume, welche die fallenden Körper vermittelſt der endlichen Geſchwindigkeiten in der Zeiteinheit für ſich ſelbſt ohne Schwere zurücklegen würden, die man auch die **zur Fallhöhe gehörigen Geſchwindigkeiten** nennt, ſich wie das Duplum der Quadratwurzeln der Fallhöhen verhalten.

Wenn ein Körper in einer Zeitſecunde 15,625 F. durchläuft, ſo wird er am Ende dieſer Zeit eine Geſchwindigkeit haben, daß er in eben dieſer Zeiteinheit einen Raum von 2. 15,625 = 31,250 Fuß für ſich ſelbſt, ohne Schwere zurücklegen würde, oder die zu ſeiner Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit wird 31,250 Fuß ſeyn. Wenn nun ein anderer Körper 3 Secunden lang fällt, ſo wird (nach §. 196. 1.) ſeine Fallhöhe 9 . 15,625 = 140,625 Fuß ſeyn; am Ende dieſer dritten Secunde wird die zu ſeiner Fallhöhe für die Zeiteinheit gehörige Geſchwindigkeit $= \frac{2 . 140{,}625}{3} = 93{,}750$ Fuß ſeyn, oder er wird in der Zeiteinheit, in Einer Secunde, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, den Raum von 93,75 Fuß, und in 3 Secunden den Raum von 3. 93, 750 = 2 . 140,625 = 281, 25 Fuß gleichför-

förmig zurücklegen. Es verhält ſich aber 31,250 : 93,750 = 2 √ 15625 : 2 √ 140625 = 2 . 125 : 2 . 375 = 25 : 75 = 1 : 3, = 1 . 31,250 : 3 . 31,250 = 31,250 : 93,750, alſo wie das Duplum der Quadratwurzeln der Fallhöhen.

§. 202. Man findet alſo die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit, wenn man das Duplum der endlichen Geſchwindigkeit, die der Körper nach der Zeiteinheit hat, mit der Anzahl der verfloſſenen Zeiteinheiten multiplicirt.

Wenn ein Körper in der Zeiteinheit, in Einer Secunde 15,625 Fuß fällt, ſo iſt die zu ſeiner Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit 31,250 Fuß, und wenn er drey Zeiteinheiten, oder 3 Secunden fällt, ſo iſt dieſe 93,75 = 3 . 31,250 Fuß.

§. 203. Hieraus fließt ferner die kurze Regel zur Beſtimmung der zur Fallhöhe gehörigen Geſchwindigkeit, d. h. der Räume, welche die Körper nach dem Fall aus einer gewiſſen Höhe in der Zeiteinheit gleichförmig zurücklegen würden, wenn ſie bloß träge wären, und die Schwere nicht weiter auf ſie wirkte: Man multiplicire die gegebene Höhe des Falles mit dem in der Zeiteinheit beſchriebenen Raum, und aus dem Product ziehe man die Quadratwurzel; dieſe doppelt genommen, iſt die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit.

Wenn wir die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit V, und die Höhe S nennen, und eine Secunde zur Zeiteinheit nehmen, ſo iſt

$$V = 2 \sqrt{(15,625 . S)} = 250 . \sqrt{S}.$$

Wenn ein Körper 1000 rheinl. Fuß hoch herabfiele, ſo würde die dazu gehörige Geſchwindigkeit am Ende des Falles in der Zeiteinheit, oder einer Secunde, ſeyn $= 2 \sqrt{(15,625 . 1000)} = 2 . 125 = 250$ Fuß.

Wenn alſo ein Körper eine Secunde lang, oder 15,625 Fuß hoch und ein anderer 1000 Fuß hoch herabfällt, ſo verhalten ſich die zu dieſen Fallhöhen gehörigen Geſchwindigkeiten, V : v = 2 √ (15,625 . 15. 625)

625) : 2 √ (15, 625 . 1000) = 2 . 15,625 : 2 . √ 15625 = 2 . 15,625 : 2 . 125 = 31,250 : 250 = 1 : 8 . ; oder es iſt V : v = 250 . √ 15, 625 : 250 √ 1000 = 250 . 125 : 250 . 1000 = 1 : 8.

§. 204. Da die Größe der Bewegung eines widerſtehenden, oder durch eine innere Kraft getriebenen Körpers wächſt, ſo wie die Geſchwindigkeit zunimmt, und die Gewalt oder die Größe des Widerſtandes aus Maſſe und Geſchwindigkeit zuſammen ermeſſen werden muß, ſo iſt leicht einzuſehen, daß die Gewalt fallender Körper während des Fallens beſtändig zunehmen, und ſich überhaupt bey gleichen Maſſen wie die endliche Geſchwindigkeit oder die Quadratwurzeln der Höhe verhalten muß. Ein Körper, der viermal ſo hoch herabfällt, wird alſo noch einmal ſo viel Gewalt haben, als ein anderer von eben dem Gewicht, und wenn er neunmal ſo hoch herabfällt, dreymal ſo viel Gewalt.

Geſetzt, ein Körper fällt 15,625 Fuß hoch herab, und ein anderer von eben dem Gewicht fällt 62,5 Fuß, ſo verhalten ſich ihre Höhen wie 1 : 4, und ihre endlichen Geſchwindigkeiten wie √ 15,625 : √ 62,5 = √ 15625 : √ 62500 = 125 : 250 = 1 : 2, folglich wie die √ 1 : √ 4; oder wie die Quadratwurzeln der Höhen. Da ſich nun die Gewalt verhält, wie die endliche Geſchwindigkeit, ſo wird ſie ſich auch wie die Quadratwurzel der Höhe verhalten müſſen, wenn die Gewichte oder die ſchweren Maſſen gleich ſind.

§. 205. Wenn zwey Körper von verſchiedenen Höhen fallen, deren endliche Geſchwindigkeiten ſich umgekehrt verhalten, wie die ſchweren Maſſen; ſo haben ſie gleiche Gewalt.

Ein Gewicht von 3 Pf., das aus einer Höhe von 15,625 Fuß fällt, hat nicht mehr Gewalt als ein Gewicht von 1 Pf., das aus der Höhe von 140,625 Fuß fällt. Denn es ſind hier Geſchwindigkeit und Maſſen einander umgekehrt pro-

proportional, oder die Producte daraus ſind gleich. Es iſt nemlich die endliche Geſchwindigkeit von 3 Pf. = $\sqrt{15625} = 125$, und die von 1 Pf. = $\sqrt{140625} = 375$. Sie verhalten ſich alſo wie $125 : 375 = 1 : 3$. Da nun die Größen der Bewegung gleich ſind, wenn die Producte aus den Geſchwindigkeiten in die Maſſen gleich ſind, ſo iſt auch hier gleiche Größe der Bewegung, weil $3.1 = 1.3$.

§. 206. Aus den allgemeinen Geſetzen der Beſchleunigung ſchwerer fallender Körper (§. 196.), und dem Erfahrungsſatze im §. 198. läßt ſich leicht finden, 1) wie groß der Raum iſt, den ein Körper in einer jeden gegebenen Secunde ſeines Falles durchfällt; 2) wie groß die Höhe iſt, von der er herabgefallen iſt, wenn die Zeit ſeines Falles beſtimmt worden iſt; und endlich 3) wie viel Zeit er gebraucht habe, wenn die Höhe gegeben iſt.

Der erſte Fall folgt leicht aus dem erſten Satze des §. 196. Für den zweyten Fall iſt die Höhe gleich dem Product aus der Quadratzahl der gegebenen Anzahl Secunden in die Fallhöhe der erſten Secunde oder in 15,625 Fuß. Z. B. es fällt ein Körper 4 Secunden lang, ſo iſt ſeine Fallhöhe $4^2 . 15,625 = 250$ Fuß. Für den dritten Fall zieht man aus dem Quotienten der gegebenen Höhe durch die Fallhöhe einer Secunde die Quadratwurzel, die dann die Zeit in Secunden angiebt; oder die Zeit $T = \sqrt{\frac{S.}{15,625.}}$ Z. B. ein Körper fällt 250 Fuß hoch herab, wie viel Zeit hat er dazu gebraucht? Antw. $\sqrt{\frac{250}{15,625}} = \sqrt{16} = 4$ Secunden.

Wenn durch die Erde hindurch ein Loch gienge, das gerade durch den Mittelpunct der Erde träfe, und die beſchleunigende Kraft der Schwere bliebe gleichförmig und es wäre kein Widerſtand der Luft u. d. gl. da, ſo würde ein ſchwerer Körper, der durch dies Loch durchfiele, wenn wir den Halbmeſſer der Erde 19615800 pariſ. Fuß annehmen, in $\sqrt{\frac{19615800}{15,094662}}$ oder nahe 1140 Secunden oder 19 Minuten den Mittelpunct der Erde erreichen; aber er würde, wie §. 208. es lehren wird,

wird, hier nicht ſtehen bleiben, ſondern durch die in dieſer Fallhöhe erlangte Geſchwindigkeit auf der andern eben ſo hoch in die Höhe ſteigen, und von da wieder bis ganz herauf zurückgehen, und dies beſtändig ſo fort.

§. 207. Wenn ein Körper durch irgend eine Kraft in lothrechter Linie in die Höhe getrieben wird, ſo wirkt die Schwere ſeiner Bewegung entgegen. Zwey einander entgegengeſetzte Kräfte aber vernichten ſich; und wenn daher die Kraft, welche den Körper in die Höhe treibt, ſo groß iſt, als die bewegende Kraft der Schwere, ſo kann gar keine Bewegung erfolgen. Wird er aber durch eine größere Kraft mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit in die Höhe getrieben, ſo nimmt, weil die Schwere als eine innere Kraft fortdaurend wirkt, ſeine Geſchwindigkeit eben ſo rückwärts ab, wie ſie von der zu der Geſchwindigkeit des Wurfs gehörigen Höhe würde zugenommen haben. Der Körper ſteigt alſo mit einer gleichförmig verminderten Bewegung (§. 73.) in die Höhe, und ſeine Geſchwindigkeit, oder die Räume, welche er in gleichen Zeiten zurücklegt, verhalten ſich wie die ungeraden Zahlen 17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

§. 208. Ein Körper alſo, der durch eine Kraft lothrecht in die Höhe getrieben wird, ſteigt wegen der Schwere nur zu derjenigen Höhe hinauf, aus welcher er beym Herabfallen die Geſchwindigkeit erlangen könnte, mit welcher er anfangs geworfen wurde.

§. 209. Bey der gleichförmig verminderten Bewegung gelten dieſelben Geſetze, wie bey der gleichförmig beſchleunigten. Wenn daher der Raum be-

bekannt iſt, den ein Körper in der erſten Secunde ſeines ſenkrechten Aufſteigens der Schwere entgegen zurücklegt, ſo läßt ſich beſtimmen 1) die Geſchwindigkeit, mit der er geworfen wird, 2) die Zeit, die er braucht, um ſeine ganze Wurfsgeſchwindigkeit zu verlieren, und 3) die Höhe, zu der er aufſteigt, ehe er ſeine ganze Geſchwindigkeit verliert.

Geſetzt, ein Körper ſteigt in der erſten Zeitſecunde ſeines lothrechten Wurfs 9. 15,625 Fuß = 140,625 Fuß hoch auf, ſo wird er überhaupt 5 Secunden lang, und 5^2. 15,625 = 390,625 Fuß hoch ſteigen. Denn

in der 1ſten Secunde	ſteigt er	9mal	15,625 F.	=	140,625 F.
2ten ⸗	⸗	⸗ 7 ⸗	15,625 ⸗	=	109,375 ⸗
3ten ⸗	⸗	⸗ 5 ⸗	15,625 ⸗	=	78,125 ⸗
4ten ⸗	⸗	⸗ 3 ⸗	15,625 ⸗	=	46,875 ⸗
5ten ⸗	,	⸗ 1 ⸗	15,625 ⸗	=	15,625 ⸗
folgl. in 5 Secunden	⸗	25mal	15,625 ⸗	=	390,625 F.

Schwerpunct feſter Körper.

§. 210. Man nehme einen dünnen platten Körper und ſchiebe ihn auf einer Spitze hin und her, ſo wird man endlich einen Punct finden, in welchem der Körper auf der Spitze ruhet, und durch deſſen Unterſtützung der Körper vor dem Fallen auf jeder Seite bewahrt wird.

§. 211. Dieſer Punct heißt der Schwerpunct oder der Mittelpunct der Schwere (centrum gravitatis). Wenn drey ſchwere Elemente in gerader Linie neben einander, durch Cohäſion mit einander verbunden ſind, ſo ſieht man leicht ein, daß die ſenkrechte Unterſtützung des mittlern ſie alle vor dem Fall ſichern wird, wenn die Cohäſion der Elemente zur Seite des unterſtützten durch ihr Gewicht nicht getrennt werden kann. Das ſchwere Element dißſeits und jenſeits des unterſtützten drückt gleich ſtark

nach

nach unten, es kann daher keines eher ſinken, als das andere, und durch die Cohäſion wird es verhindert, ſich loszureißen vom unterſtützten. Es bleibt daher das ganze Syſtem unterſtützt. Ferner leidet die Unterſtützung eben ſo viel Druck, als wenn auf ſie ein Gewicht drückte, daß der Summe des Gewichts aller ſchweren Theile gleich wäre. Es iſt alſo eben ſo gut, als ob die Schwere aller einzelnen Elemente, oder ob das ganze Gewicht des Syſtems im unterſtützten vereinigt wäre. Eben deswegen nennt man es den Schwerpunct. Es iſt leicht einzuſehen, daß das, was ich von drey in einer geraden Linie verbundenen ſchweren Elementen angeführt habe, auch von zweyen gelte, wenn ſie in der Mitte der geraden Linie, die ſie bilden, ſenkrecht unterſtützt werden; und daß, wenn eine gewiſſe Anzahl ſchwerer Elemente des feſten Körpers einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct haben, auch die um Eins größere Anzahl einen gemeinſchaftlichen Schwerpunct haben werde, folglich auch bey vier, fünf, ſechs, u. ſ. w. ſchweren Elementen derſelbe angenommen werden könne. Kurz, in jedem feſten Körper läßt ſich ein Punct annehmen, um welchen herum alle Körpertheilchen auf der einen Seite ſo viel Gewicht haben, als die auf der entgegengeſetzten Seite, und dieſer gemeinſchaftliche Schwerpunct liegt ſo, daß, wenn alle Körpertheilchen, die auf der einen Seite liegen, durch ihre Entfernungen davon multiplicirt werden, die Summe dieſer Producte gleich iſt der Summe ähnlicher Producte für die Theilchen auf der andern Seite deſſelben.

§. 212. Wenn die ſchwere Maſſe eines Körpers durch ſeinen ganzen Raum gleichförmig verbreitet iſt, ſo haben gleich große Theile deſſelben auch gleiches Ge-

Gewicht, und der Mittelpunct der Größe oder der Figur des Körpers wird dann auch ſein Schwerpunct ſeyn. Der Mittelpunct einer ſolchen Kugel wird alſo ihr Schwerpunct ſeyn; bey einem Cylinder und bey einem geraden Prisma wird er in der Mitte der Achſe liegen. Sehr dünne Scheiben kann man als ſchwere Ebenen betrachten, die es freylich im geometriſchen Sinne nicht geben kann. In dieſem Sinne kann man von dem Schwerpuncte eines Dreyecks, eines Kreiſes, u. d. gl. reden. Wenn man aus zweyen Winkeln eines Dreyecks auf die Mitte der gegenüber ſtehenden Seitenlinien gerade Linien ziehet, ſo iſt der Durchſchnittspunct dieſer Linien der Schwerpunct des Dreyecks; und wenn man aus irgend einem Winkel eines Dreyecks eine gerade Linie auf die Mitte der gegenüberſtehenden Seitenlinie zieht, ſo liegt der Schwerpunct in dieſer Linie $\frac{2}{3}$ von dem Winkel entfernt, aus dem man die Linie zog. (Fig. 27.) In einer Pyramide und in einem Kegel liegt der Schwerpunct in der Achſe, und zwar in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ derſelben von der Spitze; in einer Halbkugel $\frac{3}{8}$ in der Höhe der ſenkrechten Linie aus dem Mittelpunct der Grundfläche gezogen.

Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. I. B. II. S. 49. ff.

§. 213. Wenn ein gerader Cylinder, ein gerades Prisma, eine gerade Pyramide, oder ein gerader Kegel, oder eine Halbkugel lothrecht ſteht, ſo wird jeder Punct der Grundfläche von dem Gewicht aller Theilchen gedrückt, die ſich lothrecht darüber befinden; es iſt alſo eben ſo viel, als wenn die Grundfläche ſelbſt ſchwer, und das Gewicht derſelben durch den Raum dieſer Fläche gleichförmig ver-

theilt

theilt wäre. Mithin werden auch dieſe Körper unterſtützt ſeyn, wenn der Mittelpunct ihrer Grundfläche lothrecht unterſtützt iſt.

Karſtens Anfangsgr. der Naturl. §. 39.

§. 214. Wenn der Schwerpunct eines feſten Körpers lothrecht unterſtützt iſt, ſo kann der Körper ſelbſt nicht herabſinken, und der ganze Körper wird vor den Fall geſchützt. Wenn hingegen die Verticallinie vom Schwerpuncte gezogen außerhalb der Unterſtützung liegt, ſo fällt der Körper, und zwar nach der Seite hin, wo der Schwerpunct liegt. Es iſt im erſten Falle gar nicht nöthig, daß der Schwerpunct ſelbſt unmittelbar gehalten werde, was in vielen Fällen gar nicht einmal angienge; ſo kann z. B. bey einer feſten Kugel ihr Mittelpunct, wenn er ihr Schwerpunct iſt, nicht unmittelbar unterſtützt werden, weil die ihn allenthalben umgebende Maſſe derſelben es hindert. Es braucht nur ein Punct A oder B (Fig. 28.) unterſtützt zu ſeyn, der in der Verticallinie AB liegt, welche durch den Schwerpunct C in der Richtung der Schwere geht. In dieſer Richtung wird der Schwerpunct durch die Schwere gegen den Horizont zu ſollicitirt, und eine Kraft, die dem Gewicht des Körpers in dieſer Richtung vollkommen widerſteht, wird das Fallen des Schwerpunctes, folglich des ganzen Körpers, verhüten. Dieſe Richtung ACB heißt die Directionslinie des Schwerpunctes, oder die mittlere Richtung der Gewichte aller ſchweren Elemente des Körpers.

§. 215. Wenn ein ſchwerer Körper ſo aufgehängt wird (Fig. 28), daß der Mittelpunct der Bewegung mit dem Mittelpunct der Schwere C über-

übereinkömmt, und der Körper ſich zwar um denſelben drehen, ſonſt aber nicht weichen könnte, ſo wird er in jeder Lage ruhen, und es iſt eben ſo gut, als ob alle übrigen Theile außerhalb des Aufhängungspunctes keine Schwere hätten.

§. 216. Wenn der unterſtützte Punct, an welchem der Körper hängt, höher liegt als der Schwerpunct, und z. B. der Körper (Fig. 28.) in dem Puncte A unterſtützt wird, ſo iſt der Körper nur dann in Ruhe, wenn der Aufhängungspunct A in einer geraden Linie mit der Directionslinie CB des Schwerpunctes C liegt. Der Körper kann in dieſem Zuſtande des Gleichgewichts ſich nicht um A drehen, ohne daß ſein Schwerpunct nicht ſtiege. Bey einer Abweichung, auch bey der geringſten, der geraden Linie AC von der verticalen Richtung wird ſich der Körper bewegen, und von ſelbſt in die Lage zu verſetzen ſtreben, in welcher AC vertical, oder in der Directionslinie des Schwerpunctes CB iſt. **Der Schwerpunct eines aufgehängten oder ſonſt beweglichen Körpers ſinkt alſo immer herab, und zwar ſo tief als er kann.** Er nimmt alſo unter allen möglichen Stellen jederzeit die niedrigſte ein, die er erhalten kann, ohne vorher zu ſteigen.

Hierauf gründet ſich auch die Methode den Schwerpunct mechaniſch zu finden.

§. 217. Wenn B der unterſtützte Punct iſt (Fig. 28.) und niedriger liegt, als der Schwerpunct C, ſo kann kein beharrliches Gleichgewicht ſtattfinden, ſondern es verurſacht die geringſte Abweichung der geraden Linie BC von der Directionslinie des Schwerpunctes, daß der Körper umfallen, und ſich in eine

an-

andere Lage verſetzen muß, worin die Directionslinie ſeines Schwerpunctes entweder ſenkrecht unterſtützt iſt, oder andere Urſachen ſein Fallen verhindern.

Eine Kugel kann auf einer wagerechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil dieſe die Directionslinie des Schwerpunctes ſenkrecht unterſtützt; die geringſte Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage macht, daß die Kugel darauf herabrollt.

Es iſt zwar an ſich möglich, daß ein Kegel auf ſeiner Spitze ruhen kann, wenn ſeine Achſe vollkommen lothrecht ſteht; aber die allerkleinſte Abweichung von dieſer lothrechten Richtung würde ihn zum Umfallen bringen.

Karſtens Anfangsgr. der N. W. §. 42.

§. 218. Wenn die Directionslinie des Schwerpunctes innerhalb der unterſtützten Grundfläche eines Körpers fällt, und darauf lothrecht iſt, ſo kann der Körper nicht durch ſein eigenes Gewicht umfallen. Wenn aber die Directionslinie außerhalb der unterſtützten Grundfläche fällt, ſo fällt der Körper um, und zwar nach der Seite hin, wohin der Schwerpunct liegt. Es iſt im erſten Falle nicht nöthig, daß alle Puncte der Grundfläche unterſtützt ſind, ſondern die unterſtützten Puncte brauchen nur die Mittelpuncte einer ebenen geradlinigten Figur auszumachen, wenn man ſie mit geraden Linien zuſammenzieht, wofern die Verticallinie durch den Schwerpunct oder die Directionslinie deſſelben eine Stelle der waagerechten Ebene trifft, die innerhalb der Gränzen jener Figur liegt.

Ein Tiſch auf drey Füßen ſteht feſt, und feſter als auf vieren, weil jene allemal in einerley Ebene fallen, welches bey vieren nicht der Fall iſt, wenn der Boden nicht völlig waagerecht, und alle Füße genau gleich lang ſind.

Von der Bewegung eines Körpers auf der ſchiefen Ebene, wo die Directionslinie des Schwerpunctes nicht lothrecht auf die Grundfläche fällt, in der Folge.

§. 219.

§. 219. Aus der Anwendung der Theorie vom Schwerpuncte laſſen ſich verſchiedene Phänomene und Verſuche erklären. Dahin gehören:

1) die Erſcheinungen des chineſiſchen Purzelmannes.

Muſchenbroek introd. ad philoſ. nat. §. 508.

2) Die Einrichtung und Wirkung eines Wegmeſſers, oder Odometers.

Sigaud de la Fond elemens de Phyſique T. II. §. 277; deſſen Anweiſung zur Experimentalphyſ. §. 122. a.

3) Die Lampe des Cardanus.

Sigaud, a. a. O. §. 76.

4) Die Stellung einiger Gebäude, die zu fallen ſcheinen, und doch ſicher ſtehen, wie z. B. der Thürme zu Piſa und Bologna.

Caſatus mechanica. L. B. 1684. 4. I. c. 9.

5) Der Mechaniſmus des Stehens, Gehens, Aufſtehens und der verſchiedenen Beugungen bey Menſchen und Thieren.

Petri Borelli de motu animalium, Hagae 1743. 4. I. c. 18–22. *Deſaguliers* courſe of experimental philoſophy. II. §. 44.

Beym Menſchen geht die Directionslinie ſeines Schwerpuncts, wenn er auf zwey Füßen ſteht, durch das Perinäum.

6) Das Hinaufſteigen eines Cylinders auf einer ſchiefen Ebene.

Deſaguliers a. a. O. II. §. 38. A. G. Käſtners Unterſuchung des Cylinders, der ſich eine ſchiefe Fläche hinauf zu wälzen ſcheint; im 1. B. der deutſchen Schriften der königl. Soc. d. W. zu Göttingen S. 113.

7) Ein doppelter Kegel, der über zwey ſchiefen Flächen hinaufwärts zu rollen ſcheint.

Geo. Wolfg. Kraft explicatio experimenti paradoxi de adſcenſu coni duplicis in altum ſpontaneo; in den *comment. Petrop.* T. VI. S. 389.

8) Die Künſte der Balançeurs und Aequilibriſten.

Gehlers phyſikal. Wörterbuch, Th. III. S. 933.

9) Das Aufhängen eines Eimers voll Waſſer an der Klinge eines Meſſers, das frey auf einem Tiſche liegt.

Sigand, a. a. O. §. 281.; deſſen Anweiſung zur Experim. Phyſ. §. 124.

10) Allerley andere Spielwerke, wie der kleine Seiltänzer von Holz, die kleinen Männchen von Kork unten mit Bley, die von ſelbſt aufſtehen, u. d. gl.

Schwenter mathematiſche Erquickſtunden, B. 1. Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.

Fall auf der ſchiefen Ebene.

§. 220. Auf einer feſten wagerechten Ebene liegt ein ſchwerer Körper völlig ruhig, wenn dieſe Ebene den Schwerpunct des Körpers lothrecht unterſtützt. Eine Ebene aber, welche mit einer Horizontalebene einen ſchiefen Winkel macht, und eine ſchiefe, geneigte oder inclinirte Ebene (planum inclinatum) genannt wird, hält nur einen Theil dieſes Druckes auf, ein anderer Theil treibt den Körper längs der Ebene herab.

Eine Kugel rollt auf einem ſchiefen Brett herab; ein Würfel gliſcht darauf herab. Nöthige Erinnerung, wegen der Friction.

Es ſey CB (Fig. 29.) eine geneigte Ebene im Durchſchnitt, die unter dem Winkel CBA gegen den Horizont AB geneigt iſt. CA iſt ihre Höhe, und CB ihre Län-

Länge. Auf dieſer geneigten Ebene befinde ſich eine ſchwere Kugel M, deren Schwerpunct f ihr Mittelpunct iſt. Die Directionslinie des Schwerpunctes iſt nun fc, und weil dieſer nicht von der Ebene CB unterſtützt wird, ſo muß die Kugel herabfallen; aber nicht mit der ganzen bewegenden Kraft, ſondern nur mit einem Theil derſelben, wie aus der Zerlegung der Kräfte (§. 98.) folgt. Die Kraft des Schwerpunctes, die in der Direction fc wirkt, läßt ſich zerlegen in die Kraft fg und fb; und fc iſt die Diagonale des Parallelogramms, das auf die Seitenkräfte fb und fg aufgeſetzt iſt. fg ſteht ſenkrecht auf CB, und kann alſo, weil CB vollkommen widerſtehend angenommen wird, keine Bewegung der Kugel M hervorbringen; es bleibt folglich nur der Theil fb übrig, der, weil er parallel mit der Ebene CB läuft, von der Ebene keinen Widerſtand erleidet, und folglich die Kugel längs der Ebene herabzugehen nöthigt.

§. 221. Je größer die Neigung der ſchiefen Ebene gegen die Horizontalebene wird, um deſto mehr wird der Körper von ihr unterſtützt, mit deſto geringerer Gewalt fällt folglich der Körper auf ihn herab. Je kleiner aber ihre Neigung gegen den Horizont wird, mit deſto größerer Gewalt wird der Körper von ihr herabgetrieben.

Je kleiner der Neigungswinkel CBA (Fig. 29.) wird, um deſto mehr nähert ſich fc der ſenkrechten Richtung auf CB, oder um deſto mehr kömmt fg der Richtung fc näher, folglich deſto kleiner wird fb, oder die Kraft, mit der der Körper auf der Ebene herabfällt.

Je größer CBA wird, deſto kleiner wird fg, und deſto größer fb.

§. 222. Die Kraft fb (Fig. 29.), welche den ſchweren Körper M längs der geneigten Ebene CB herabzugehen nöthigt, heißt das relative oder reſpective Gewicht des Körpers. Denn das abſolute Gewicht (§. 192.) deſſelben wird nur durch den lothrechten Druck fc beſtimmt.

§. 223. Die Kraft, welche erforderlich iſt, um die Bewegung eines Körpers auf einer ſchiefen Flä-

che aufzuhalten, braucht natürlicherweiſe nicht ſo groß zu ſeyn, als ſein abſolutes Gewicht. Sie iſt um deſto kleiner, je mehr die Ebene geneigt iſt; um deſto größer, je weniger dieſe geneigt iſt.

Die Kraft, welche nöthig iſt, um das Herabrollen von M (Fig. 29.) auf der ſchiefen Ebene CB zu verhüten, braucht nur der Kraft cb, die kleiner iſt als fc, Widerſtand zu leiſten, weil fg an der Ebene CB Widerſtand findet.

§. 224. **Ueberhaupt verhält ſich das relative Gewicht eines Körpers (§. 222), das den Körper längs der ſchiefen Ebene herabtreibt, zu ſeinem abſoluten Gewicht, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge.**

Verſuche mit dem plano inclinato.

Wenn wir das relative Gewicht eines Körpers p, das abſolute P, die Länge der ſchiefen Ebene L und ihre Höhe A nennen, ſo iſt $p : P = A : L$, folglich $p = P \times \frac{A}{L}$, und überhaupt für verſchiedene Ebenen $p : \pi = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$.

Es iſt nemlich das Dreyeck fcb dem Dreyeck CBA ähnlich, weil der Winkel fcb dem Winkel CBA, und der Winkel cfb dem Winkel ACB gleich iſt. Es verhält ſich aber fb : fc = CA : CB, oder das relative Gewicht fb zum abſoluten Gewicht fc, wie die Höhe der ſchiefen Ebenen CA zu ihrer Länge CB.

§. 225. Ein ſchwerer Körper fällt auf der ſchiefen Ebene nach denſelbigen Geſetzen, wie beym freyen Falle; ſeine Bewegung iſt ebenfalls eine gleichförmig beſchleunigte, und die längs der ſchiefen Ebene zurückgelegten Wege verhalten ſich ebenfalls, wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten. Die beſchleunigende Kraft der Schwere iſt aber dabey vermindert, und ſie verhält ſich zur unverminderten Kraft der Schwere, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wenn

Wenn wir die beſchleunigende Kraft der relativen Schwere φ und die der abſoluten f nennen, ſo iſt $\varphi : f = A : L$, und überhaupt $\varphi = \frac{f.A}{L.}$. Eben darin, daß die beſchleunigende Kraft der Schwere auf der ſchiefen Ebene vermindert iſt, iſt der Grund zu ſuchen, daß das relative Gewicht kleiner iſt, als das abſolute. Denn, wenn gleich die Summe der von der Schwere afficirten Theile oder M dieſelbige bleibt, ſo muß doch das Product aus dieſen Theilen durch die beſchleunigende Kraft kleiner werden, wenn dieſe kleiner wird. Weil nemlich $\varphi < f$, ſo muß $\varphi . M < f . M$ oder $p < P$ ſeyn.

§. 226. Weil alſo die beſchleunigende Kraft der Schwere beym Fall auf der ſchiefen Ebene vermindert wird, ſo wird auch der Raum, den ein Körper in der Zeiteinheit auf der ſchiefen Ebene zurücklegt, kleiner ſeyn, als die ſenkrechte Fallhöhe in dieſer Zeiteinheit; und es wird ſich der Raum, den ein Körper auf der ſchiefen Ebene in einer gewiſſen Zeit zurücklegt, zu dem Raum des freyen Falles in eben dieſer Zeit verhalten, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wegen der größern Zeit, die alſo ein Körper braucht, um gleiche Räume auf der ſchiefen Ebene, als beym freyen Fall zurückzulegen, laſſen ſich auch die Zeiten des Falles auf der geneigten Ebene bequemer beobachten; und ſo bediente ſich Galilei dieſes Verfahrens, um die von ihm entdeckten Geſetze des Falles ſchwerer Körper zu beſtätigen (§. 196.). S. deſſen *Dialogi de motu locali III.* S. 53.

Geſetzt, daß die Ebene CB eine Länge von 25 Fuß bey einer Höhe CA von 2½ Fuß hätte, ſo würde die von der relativen Schwere herrührende beſchleunigende Kraft zur abſoluten ſich verhalten, wie $2\frac{1}{2} : 25 = 1 : 10$. Die beſchleunigende Kraft der relativen Schwere würde dieſemnach den Körper $\frac{15,625}{10}$ Fuß $= 1,5625$ in der Secunde herabtreiben; und es würden (nach §. 206. 3.) $\sqrt{\frac{25}{1,5625}} = \sqrt{16}$ Secunden, oder 4 Se-

cun-

cunden Zeit verfließen, ehe der Körper den ganzen Weg auf der ſchiefen Ebene zurückgelegt hätte.

§. 227. Da die Fallhöhe eines ſchweren Körpers in einer gegebenen Zeiteinheit beſtimmt iſt (§. 198.), ſo läßt ſich auch der Raum beſtimmen, den ein Körper in eben derſelben Zeit, die er beym lothrechten Fall verwendet, auf einer gegebenen ſchiefen Fläche durchlaufen wird.

Es ſey CB (Fig. 30.) eine ſchiefe Ebene, deren Höhe durch CA vorgeſtellt iſt. Wenn man nun aus dem rechten Winkel A, der durch die Höhe CA, und die Horizontallinie AB gebildet wird, das Perpendikel AF auf die ſchiefe Ebene CB fället, ſo wird der Körper, wenn er frey von C nach der Verticallinie CA herabfiele, dieſe ganze Höhe CA beym freyen Fall in eben der Zeit durchlaufen, in der er beym Fall auf der ſchiefen Ebene vom Scheitel C nach F gelangt. Denn es verhält ſich (§. 226.) der Raum, den der Körper in einerley Zeit auf der ſchiefen Ebene zurücklegt, zur freyen verticalen Fallhöhe, wie die Höhe der ſchiefen Ebene CA zu ihrer Länge CB. Es iſt aber CF : CA = CA : CB, weil die Perpendikellinie AF zwey ähnliche Dreyecke CAF und CBA giebt, woraus man die Proportion CA : CB = CF : CA bekömmt.

Wird der Neigungswinkel der Ebene größer, und = CGA, ſo würde der Körper den Theil CH > CF in eben der Zeit auf der ſchiefen Ebene CG zurücklegen, da er beym verticalen Fall im freyen CA durchlaufen würde.

Wenn alſo drey Körper zu gleicher Zeit von einem und demſelben Puncte C ausgiengen, der eine nach der Richtung CA, der andere nach der Richtung CG, und der dritte nach der Richtung CB, ſo würden ſie zu einerley Zeit, der erſte in A, der zweyte in H, und der dritte in F anlangen.

§. 227. b. Man beſchreibe auf der gemeinſchaftlichen Höhe der beiden ſchiefen Flächen CB und CG (Fig. 31.) einen Kreis, der die Höhe CA dieſer Flächen zum Durchmeſſer hat, ſo werden CF und CH Sehnen dieſes Kreiſes ſeyn, und nach dem vorhergehenden §. wird der ſchwere Körper dieſe Sehnen

in

in eben der Zeit durchlaufen, da er den vertica- len Durchmeſſer CA durchläuft. Es läßt ſich dis von jeder andern Sehne dieſes Kreiſes beweiſen, und folglich der Satz annehmen, daß ein ſchwerer Körper, der ſich nach irgend einer Sehne eines Halbkreiſes bewegt, die Sehnen im Halbkreiſe in eben der Zeit durchläuft, in der er den ſenk- rechten Durchmeſſer des Kreiſes beym freyen Fall durchlaufen wäre.

Sigaud a. a. O. I. §. 213.

§. 228. Ein Körper, der ſich längs der ſchiefen Fläche CB (Fig. 30.) bewegt, hat am Ende ſeines Falles in dieſer geneigten Richtung eben die Ge- ſchwindigkeit, die er erhalten würde, wenn er von der lothrechten Höhe CA dieſer Fläche herabgefallen wäre.

Wenn z. B. CB 5 mal länger wäre, als CA, ſo würde die beſchleunigende Kraft der relativen Schwere (nach §. 225.) $\frac{1}{5}$ der abſoluten oder lothrechten ſeyn, und der Körper würde in der erſten Secunde $\frac{15,625}{5} = 3,125$ Fuß darauf herabfallen, und in derſelben eine Ge- ſchwindigkeit von $2 . 3,125 = 6,250$ Fuß erlangen. Wenn nun CB 28,125 Fuß lang wäre, ſo würde die Zeit, um dieſe ganz zu durchlaufen, $\sqrt{\frac{28,125}{3,125}} = 3$ Secunden betragen (§. 206. 3.); und die zu dieſer Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit würde (nach §. 202.) $3 . 6,250 = 18,750$ Fuß ſeyn.

Da wir CA $\frac{1}{5}$ der Länge CB angenommen haben, ſo wird die Höhe CA 5,625 Fuß, und die Zeit, dieſe loth- rechte Höhe zu durchfallen, wird $\sqrt{\frac{5,625}{15,625}} = 0,6$ Secunden ſeyn. Binnen 0,6 Secunden wächſt aber die Geſchwindigkeit beym lothrechten Fall auf $0,6 . 31,250 = 18,750$ Fuß, alſo eben ſo viel, als vorhin, an.

Karſtens Lehrbegr. der geſ. Mathem. Th. I. B. II. §. 60. der Mechanik.

§. 229. Wenn ein ſchwerer Körper auf mehreren aneinander hängenden ſchiefen Ebenen hinunter fällt, ſo daß er bey dem Uebergang von der einen zur andern nichts von ſeiner erlangten Geſchwindigkeit durch eine andere Urſach verliert, ſo hat er am Ende ſeines Falles eben die Geſchwindigkeit, als er erlangt haben würde, wenn er nach der lothrechten Richtung in der Höhe von dem Scheitel der erſten ſchiefen Ebene bis zur Grundlinie der letzten herabgefallen wäre; oder als ob er auf einer ſchiefen Ebene, die von dem Scheitel der erſten bis zum unterſten Puncte der letzten gelegt iſt, herabgeſunken wäre.

Es bewege ſich ein ſchwerer Körper durch die aneinander gränzenden ſchiefen Ebenen (Fig. 32.) AB, BC und CD, ſo iſt am Ende der erſten Ebene AB ſeine darauf erhaltene Geſchwindigkeit eben ſo groß, als ob er vertical durch AE fiele (§. 228.). Wenn er die Ebene BC durchläuft, ſo iſt ſeine erlangte Geſchwindigkeit ſo groß, als ob er die ſenkrechte Höhe dieſer Ebene BF = EH durchfallen wäre, und bey ſeinem Fallen auf der dritten ſchiefen Ebene wird er die Geſchwindigkeit erhalten, als ob er durch die Höhe derſelben CG = HI gegangen wäre. Seine erlangten Geſchwindigkeiten auf dieſen ſchiefen Ebenen ſind alſo gleich den durch die Höhen AE + EH + HI beym ſenkrechten Fall erlangten Geſchwindigkeiten. Dieſe Höhen machen aber zuſammen die lothrechte Linie AI vom Scheitel A der erſten ſchiefen Fläche bis zur Grundlinie der unterſten aus. Eben dieſe Geſchwindigkeit würde (nach §. 228.) der Körper auch erhalten, wenn er längs AD herabfiele.
Sigaud a. a. O. I. §. 217.

§. 230. Hieraus folgt denn auch, daß ein ſchwerer Körper, der in eine krumme Linie hinabfällt, am Ende ſeines Falles eben die Geſchwindigkeit erlangt, als wenn er von dem Puncte an, von dem er ſich zu bewegen anfängt, lothrecht auf die Horizontallinie, die durch den unterſten Punct der krum-

krummen Linie gezogen werden kann, herabfiele, oder auch als wenn er durch die Chorde des Bogens niedergienge.

Jede krumme Linie läßt ſich nemlich ſo anſehen, als ob ſie aus unendlich kleinen, einen Winkel einſchließenden, geraden Linien beſtände, und alſo als die Durchſchnittslinien aneinander gränzender ſchiefen Ebenen. Folglich wird ſich auch der vorige Satz (§. 229.) darauf anwenden laſſen. Geſetzt, der Körper fällt in der krummen Linie ABCD herab, ſo wird er dieſemnach in D die Geſchwindigkeit erlangt haben, die er durch den lothrechten Fall von AI = aD oder auch durch die Chorde AD des Bogens ABCD erhalten würde. (Fig. 32.)

§. 231. Wenn ein ſchwerer Körper durch irgend eine Kraft in Bewegung geſetzt worden iſt, und eine ſchiefe Ebene hinaufwärts zu gehen genöthigt wird, ſo wird er mit einer gleichförmig verminderten Bewegung hinaufſteigen, und es wird nach dem bisher Vorgetragenen alles das, was oben von dem ſenkrechten Aufſteigen ſchwerer Körper (§§. 207 — 209.) geſagt worden iſt, ſich in Beziehung auf die ſchiefe Ebene anwenden laſſen.

Karſtens Anfangsgr. d. N. W. §. 77. 78.

Pendul.

§. 232. Ein ſchwerer Körper, der an irgend einer Stelle, die nicht mit ſeinem Schwerpunct übereinkömmt, an einem feſten Puncte ſo aufgehängt wird, daß er ſich um dieſe Stelle frey drehen kann, heißt ein Pendul (pendulum).

Eine Kugel, die an einem zarten Faden hängt; eine Stange, die oben um ein Stift beweglich iſt, oder an einem biegſamen Metallplättchen befeſtigt iſt, können Beyſpiele abgeben.

§. 233. Wir können uns vorſtellen, daß zwar der Punct B (Fig. 33.) von der beſchleunigenden Kraft

der

der Schwere getrieben werde, daß aber die Linie CB, durch die er an dem Puncte C aufgehängt iſt, ſelbſt nicht ſchwer und doch unbiegſam ſey. Ein ſolches eingebildetes Pendul heißt dann ein einfaches oder mathematiſches Pendul (pendulum ſimplex). Ein zuſammengeſetztes Pendul (pendulum compoſitum) hingegen iſt ein ſolches, wo mehrere ſchwere Puncte an der nicht ſchweren Linie übereinander aufgehängt angenommen werden, oder wo dieſe Linie ſelbſt ſchwer iſt.

§. 234. Wenn das durch die Schwere afficirte Pendul ruhen ſoll, ſo kann es nur in der Lage ſeyn, worin die Richtung des Fadens auf dem Horizont ſenkrecht iſt (§. 216.); oder ſich ſelbſt überlaſſen kann es nur dann ruhen, wenn ſich ſein Schwerpunct gerade unter dem Aufhängungspuncte in der lothrechten Linie durch dieſen Punct befindet.

§. 235. Wird das Pendul aus der lothrechten Lage gebracht, und ſich ſelbſt überlaſſen, ſo fällt es in einem Kreisbogen wieder hinab. Iſt es nun wieder bey dieſem Hinabfallen zur ſenkrechten Richtung gekommen, ſo hat es durch dieſen Fall eine Geſchwindigkeit erhalten, als ob es von dem Puncte an, von dem es zu fallen anfing, lothrecht auf die Horizontallinie, die durch den unterſten Punct der krummen Linie gezogen werden kann, herabgefallen wäre (§. 230.); es muß alſo mit der erlangten Geſchwindigkeit auf der andern Seite wieder im Bogen eben ſo hoch ſteigen, wo es ſich dann endlich wie vorher in eben denſelbigen Umſtänden befindet, und daher wie das erſtemal den Bogen in umgekehrter Richtung durchlaufen, und ſich alſo beſtändig hin und her be-

we-

wegen muß. Dieſe abwechſelnde Bewegung nennt man eine Schwingung oder Vibration des Penduls (oſcillatio, vibratio penduli).

Es ſey CB (Fig. 33.) ein einfaches Pendul, und der Punct B werde von der Schwere afficirt. Geſetzt, es wird das Pendul aus der verticalen Lage in die geneigte Cb gebracht, und ſich ſelbſt überlaſſen, ſo muß es ja von ſelbſt in Bewegung kommen, weil der ſchwere Punct nicht mehr lothrecht unterſtützt iſt (§. 216.). Der ſchwere Punct gravitirt in der Richtung bq, und der Faden widerſteht in der Richtung Cb. Man verlängere Cb nach r, ſetze fb auf Cb ſenkrecht, ziehe qr mit fb, und fq mit br parallel, ſo wirkt die Gravitation eben ſo, als wenn ſie der Erfolg zweyer andrer Kräfte bf und br wäre, die ſich gegen die Kraft der Schwere des Punctes, wie die Seitenlinien bf und br des Parallelogramms, das darauf errichtet iſt, zur Diagonallinie bq verhalten. Die Kraft br kann keine Bewegung hervorbringen, da ihr der Faden bc vollkommen widerſteht, und ſie kann nur den Faden dehnen; es kann alſo nur die Kraft bf wirken, und Bewegung hervorbringen. Da aber der Faden den ſchweren Punct immer in gleicher Entfernung von C erhält, ſo wird der bewegte Punct, von der Richtung der Tangente bf beſtändig abgelenkt, und genöthigt einen Kreisbogen zu beſchreiben.

Geſetzt, der ſchwere Punct iſt bey dieſer Kreisbewegung bis m fortgerückt, ſo wird, weil die Gravitation ſich gleich bleibt, und alſo mq = bq angenommen werden muß, mf kleiner werden, als bf war, und dieſe Seitenlinie mf wird immer um deſto kleiner werden müſſen, je näher der ſchwere Punct der niedrigſten Stelle B kömmt. Der Druck nach bf iſt alſo eine veränderliche Größe, und verſchwindet ganz, wenn der ſchwere Punct in B anlangt. Dieſer wird alſo durch eine veränderliche Kraft beſchleunigt, und weil ſie in der Richtung der Tangente immer mehr und mehr abnimmt, ſo wird auch die in gleichen Zeittheilchen hinzu kommende Vermehrung der Geſchwindigkeit immer geringer, bis ſie endlich ganz wegfällt, wenn der ſchwere Punct in B angelangt iſt. In dieſem Augenblick aber hat er durch den Fall in der krummen Linie bB im Ganzen eine Geſchwindigkeit erlangt, als er durch den Fall von A in lothrechter Richtung nach B erhalten haben würde (§. 230.), und der ſchwere Punct ſtrebt ſolchergeſtalt nach der Tangente von B weiter in der hori-

rizontalen Richtung mit der erlangten Geſchwindigkeit fortzugehen. Da aber der Faden dieſe geradlinigte Richtung hindert, und ihn nöthigt, alle Augenblicke ſeine Richtung, die er nach der Tangente haben würde, zu ändern, ſo muß er wieder im Kreisbogen Bβ ſteigen. Da er aber hier eine ſchiefe Fläche hinaufſteigt, ſo wird ſeine Geſchwindigkeit eben ſo rückwärts abnehmen, als ſie beym Fall von b nach B zunahm. Geſetzt, er ſey bis n gelangt, ſo wird nf hier die Kraft vorſtellen, die der Bewegung des B nach β entgegen wirkt; dieſe Kraft wird an jeder Stelle der Bewegung von B noch nach β immer größer werden, je näher n nach β kömmt, und in β ſo groß ſeyn, daß die durch den Fall von b nach B erhaltene Geſchwindigkeit endlich ganz verſchwunden iſt, weil der ſchwere Körper nur zu derjenigen Höhe hinaufſteigen kann, aus der er beym Herabfallen die Geſchwindigkeit erlangen könnte, mit der er anfangs geworfen wurde (§. 208.). Auch iſt leicht einzuſehen, daß die ſteigende Bewegung von B nach β eben ſo viele Zeit erfordern werde, als nöthig war, von b nach B zu fallen.

Karſtens Anf. der N. W. §. 81 — 83.

§. 236. Der Fall des Penduls (Fig. 33.) durch den Bogen bB, und das Aufſteigen durch Bβ, heißt ein **halber** oder auch ein **einfacher Schwung** (oſcillatio dimidiata, ſimplex); der Gang durch den ganzen Bogen bβ und der Rückgang von β bis b, oder bis zum vorigen Puncte, von dem es ausging, iſt ein **ganzer** oder **zuſammengeſetzter Schwung** (oſcillatio compoſita). Schwingungen, die in gleichen Zeiten vollendet werden, heißen **iſochroniſch** (oſcillationes iſochronae). Die Dauer des Schwunges, oder die **Schwingungszeit**, hängt von dreyerley Umſtänden ab, nemlich 1) von der Größe des Elongationswinkels bCB; 2) von der Länge des Penduls, die beym einfachen Pendel von der Entfernung des Aufhängungspuncts C vom ſchweren Puncte B gerechnet wird; und 3) von der beſchleuni-

nigenden Kraft der Schwere, die nicht an allen Stellen der Erdkugel gleich groß iſt.

§. 237. **Bey zwey Penduln, die gleichen anfänglichen Elongationswinkel (§. 236.) und gleiche Schwere, aber ungleiche Länge haben, verhalten ſich die Schwingungszeiten, wie die Quadratwurzeln der Längen, und folglich die Längen der Pendul wie die Quadratzahlen der Schwingungszeiten.**

Wenn wir die Schwingungszeiten T, t, und die Längen der Pendul L, l, nennen, ſo iſt

$T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, folglich

$T^2 : t^2 = L : l$; alſo $L : l = T^2 : t^2$.

Man ſetze nemlich zwey einfache Pendul (Fig. 34.), deren Längen BC und AC ſind, und die bey gleichem anfänglichen Elegationswinkel $\beta CB = \alpha CA$ in Bewegung geſetzt werden. Die reſpectiven Bogen βB und αA, die ſie bey ihrem Schwunge beſchreiben, ſind die Räume, die ſie durchlaufen. Da dies nun eben ſo eine beſchleunigte Bewegung hervorbringt, als ob ſie längs der Chorde des Bogens niederfielen (§. 230.), in dieſem Falle aber ſich die zurückgelegten Räume wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten (§. 225.), ſo werden ſich auch die Räume βB und αA ſo verhalten müſſen. Es iſt aber nach geometriſchen Sätzen $\beta B : \alpha A = \beta C : \alpha C$. Da ſich nun βB zu αA wie die Quadrate der Zeiten verhält, ſo wird auch $\beta C : \alpha C = T^2 : t^2$ ſeyn; βC und αC aber ſtellen die Längen der Pendul vor, alſo iſt $L : l = T^2 : t^2$, und alſo $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l} = \sqrt{\beta C} : \sqrt{\alpha C}$. In der doppelten Zeit wird alſo der vierfache, in der dreyfachen Zeit der neunfache Raum beſchrieben werden. Nun iſt der Raum βB viermal ſo groß, wenn der Radius βC viermal ſo lang iſt, und dieſer vierfache Raum wird alſo in der doppelten Zeit beſchrieben werden; der Schwung wird alſo doppelt ſo lange dauern, wenn die Länge des Penduls viermal, dreymal ſo lange, wenn die Länge neunmal größer iſt, als die eines andern; alſo verhält ſich die Länge der Pendul, wie die Quadratzahlen der Zeiten, worin ſie ſchwingen, und folglich die Dauer der Schwingung, oder die Schwingungszeit, wie die Quadratwurzel der Länge.

Ein Pendul alſo, das zu Paris, um einen Schwung binnen ½ Secunde zu vollenden, 9 Zoll 2½ Lin. pariſ. lang ſeyn müßte, muß, um eine Secunde zum Schwun-

ge

ge zu brauchen 3 Fuß $8\frac{1}{2}$ Lin. = 440,57 Linien, und um Schwingungen zu machen, die 2 Secunden dauren, 12 Fuß 10 Linien lang ſeyn.

§. 238. Die Zahl der Schwingungen eines Penduls ſind in umgekehrtem Verhältniß der Schwingungszeit, oder der Dauer der Schwingungen, und alſo auch im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzeln der Länge des Penduls.

Es iſt nemlich die Zahl der Schwingungen (N, n) deſto größer, je kleiner die Dauer des Schwunges, oder die Schwingungszeit (T, t); folglich verhält ſie ſich verkehrt wie dieſe, oder es iſt

$$N : n = \frac{1}{T} : \frac{1}{t}.$$

Da ſich nun die Schwingungszeiten verhalten, wie die Quadratwurzeln der Länge (§. 237.), ſo werden ſich auch die Zahlen der Schwingungen umgekehrt verhalten müſſen, wie die Quadratwurzeln der Längen; dieſemnach iſt

$$N : n = \frac{1}{\sqrt{L}} : \frac{1}{\sqrt{l}};\ \text{und}\ N^2 : n^2 = \frac{1}{L} : \frac{1}{l}.$$

Da $N = \frac{1}{T}$, ſo wird auch $\frac{1}{\sqrt{L}} = \frac{1}{T}$, und daher $T = \sqrt{L}$ ſeyn, wie es §. 237. giebt.

§. 239. Da ein durch die Schwere getriebener Körper die Chorde eines Halbkreiſes in eben der Zeit durchläuft, in der er den ſenkrechten Durchmeſſer des Kreiſes beym freyen Fall durchlaufen wäre (§. 227. b.); ſo würde der ſchwere Punct, in der Zeit, da er durch die Chorde βB (Fig. 35.) geht, die doppelte Länge des Penduls 2BC = DB durchlaufen, und in der eben ſo großen Zeit, da er beym Hinaufſteigen durch Bb geht, abermals durch 2BC fallen, folglich in der Zeit eines ganzen Schwunges die 8fache Länge des in Chorden ſchwingenden Penduls durchlaufen. Wenn ferner ein Pendul ſich nicht durch Kreisbogen, ſondern durch ihre Chorden bewegte, ſo wür-

würden alle ſeine Schwingungen iſochroniſch ſeyn. (§. 227. b.)

§. 240. Wenn ein Pendul durch Kreisbogen unter verſchiedenen Elongationswinkeln ſchwingt, ſo ſind die Geſchwindigkeiten, die es erlangt, wenn es beym niedrigſten Puncte angelangt iſt, wie die Sehnen der durchlaufenen Bogen.

Ein Pendul CB (Fig. 36.) durchlaufe den Bogen βB, deſſen Sehne die gerade Linie βB iſt; man ziehe βE ſenkrecht auf CB, ſo iſt die Geſchwindigkeit beym Fall aus β in B gleich der aus E in B (§. 228.). Die Geſchwindigkeit des Falles aus E nach B, iſt zu der aus D in B, wie die Quadratwurzel von EB zu der von DB (§. 196. 3), das iſt nach geometriſchen Gründen, wie Bβ zu DB. Ferner ziehe man αF ſenkrecht auf CB, ſo iſt die Geſchwindigkeit aus α in B ſo groß, als beym lothrechten Fall durch FB. Die Geſchwindigkeit des Falles aus FB aber iſt zu der aus DB wie die Quadratwurzel von FB zu der von DB, das iſt wie αB zu DB. Folglich iſt die Geſchwindigkeit aus α in B zu der aus β in B, wie die Chorde αB zu der Chorde βB.

§. 241. Die Beſtimmung der Zeiten und ihrer Verhältniſſe zu den Räumen beym Fall auf vorgeſchriebenen krummen Linien würde hier zu weitläufig werden und mehr vorausſetzen, als es hier thunlich iſt; daher genügt es, nur die Reſultate der Unterſuchungen der Mathematik über die Pendul anzuführen. Dieſe lehren nemlich, daß, wenn ein Körper (Fig. 36.) durch den Bogen βB eines Kreiſes fällt, welcher DB = S zum Durchmeſſer hat, und (nach §. 206. Anm.) die Zeit des Falles in der verticalen Richtung durch den Durchmeſſer durch $\sqrt{\frac{S}{g}}$ ausgedrückt wird, (wo g den in der Zeiteinheit zurückgelegten Raum bedeutet,) dazu eine Zeit erfordert werde, welche durch das Product der unendlichen

chen Reihe $1 + \frac{1}{4}\frac{BE}{S} + \frac{9}{64}\frac{BE^2}{S^2}$ — — — in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{S}{g}}$ angegeben wird, wo π die Ludolphiſchen Zahlen 3,141592 .... für die Peripherie des Kreiſes vom Durchmeſſer 1 bedeutet. Durch den Quadranten GB wird die Höhe BE zu BC $= \frac{1}{2}$ S; folglich verwandelt ſich die Zeit des Fallens durch dieſen Quadranten in

$$\left(1 + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2} + \frac{9}{64}\cdot\frac{1}{4}\ldots\right)\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{S}{g}}.$$

Da $\frac{1}{4}\pi = 0{,}785398\ldots$ mit jener Reihe multiplicirt noch nicht völlig 1 giebt, ſo ſieht man leicht, daß die Zeit des Fallens durch den Quadranten des Bogens kleiner iſt als $\sqrt{\frac{S}{g}}$, oder als die Zeit durch den Durchmeſſer DB. Da ein ſchwerer Körper die Sehne eines Halbkreiſes in eben der Zeit durchläuft, als er durch den ſenkrechten Durchmeſſer des Kreiſes fällt (§. 227. b.), ſo iſt auch die Zeit des Fallens durch den Quadranten GB kleiner, als durch die Sehne GB.

Wird nun der Bogen unendlich klein, und γB dafür angenommen, ſo verwandelt ſich jene Reihe in 1, und die Zeit des Fallens durch denſelben in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{S}{g}}$, und daraus folgt denn der Satz: die Zeit des Fallens in unendlich kleinen Bogen des Halbkreiſes verhält ſich zur Zeit des lothrechten Fallens durch den Durchmeſſer des Kreiſes, wie der vierte Theil des Umkreiſes zu deſſelben Durchmeſſer.

Nennen wir alſo die Zeit des Fallens durch eines Halbkreiſes unendlich kleinen Bogen, t, und die durch den lothrechten Durchmeſſer, T, ſo iſt $t : T = \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{S}{g}} : 1 . \sqrt{\frac{S}{g}}$, $= \frac{1}{4} \pi : 1$, oder nahe wie $\frac{355}{4} : 113$, oder wie 0,785 : 1,000.

§. 242. Da alle Sehnen eines Halbkreiſes in eben der Zeit von einem ſchweren Körper durchlaufen werden, ſo wird auch die Bewegung durch die unendlich kleine Sehne γB ſo lange dauren, als der lothrechte Fall durch DB; folglich fällt der Körper (§. 241.) durch den unendlich kleinen Bogen $\gamma\beta$ in kürzerer Zeit, als durch die verſchwindende Sehne deſſelben; und es verhält ſich die Zeit des Fallens durch den verſchwindenden Bogen zur Zeit des Fallens durch die verſchwindende Sehne, ebenfalls wie der vierte Theil des Umkreiſes zum Durchmeſſer. Die Schwingungen durch Kreisbogen ſind alſo ſchneller, als durch Sehnen.

§. 243. Wenn wir nun den Satz des §. 241. von der Zeit des Fallens in einem unendlich kleinen Bogen eines Halbkreiſes auf den ganzen Schwung eines Penduls anwenden, ſo wird die doppelte Länge des Penduls CB zu dem Durchmeſſer des Kreiſes genommen werden müſſen, — indem der unendlich kleine Bogen γB einem Kreiſe vom Halbmeſſer CB zugehört. Da nun ein ganzer Schwung aus dem Fall in den Bogen $\gamma\beta$, dem Hinaufſteigen in einen eben ſo großen Bogen auf der andern Seite, und dem Rückgange von da bis γ beſteht, alſo aus vier ſolchen Gängen, als der Bogen $\gamma\beta$ beträgt; ſo wird ſich dieſemnach die Zeit eines unendlich kleinen ganzen Schwunges zur Zeit des freyen Falles

 durch

durch die doppelte Länge des Penduls, wie der Umkreis zum Durchmeſſer verhalten.

Es iſt alſo $t : T = \pi \sqrt{\frac{S}{g}} : 1 \sqrt{\frac{S}{g}} = \pi : 1 = 3{,}141592 \ldots : 1{,}000000.$

§. 244. Wenn die Schwingungsbogen von einer merklichen Größe werden, ſo wird auch die Zeit des Schwunges größer werden, und alſo nicht mehr in demſelbigen Verhältniſſe bleiben. Wenn indeſſen die Bogen ſehr klein ſind, ſo bleiben die Unterſchiede ſehr klein, und die Schwingungen des Penduls ſind merklich iſochroniſch.

Folgende Tabelle zeigt die Zögerung, die aus der Zunahme der Schwingungsbogen bey einem und demſelben Secunden-Pendul an einerley Ort für einen Tag, in Vergleichung mit dem wahren Secundenpendul, das mathematiſch genommen unendlich kleine Bogen beſchreibt, entſteht. Die Zunahme der Bogen iſt nach der Breite eines einfachen Schwunges beſtimmt, und die Länge des Penduls zu 3 Fuß 8 Lin. (pariſ.)

Einfacher Schwung.		Tägliche Verzögerung.
Zoll.	Linien.	Secunden.
0.	4.	0,1.
0.	8.	0,5.
1.	0.	1,0.
1.	4.	1,8.
1.	8.	2,8.
2.	0.	4,0.
2.	4.	5,5.
2.	8.	7,1.
3.	0.	9,0. u. ſ. w.

wie man leicht weiter finden kann, wenn man die Zahl der Zolle mit ſich ſelbſt multiplicirt, da denn das Product die Secundenzahl angiebt, welche die tägliche Verzögerung ausdrückt. Wenn alſo ein Pendul nur in der Breite von 8 Linien, oder auf jeder Seite 4 Linien ſchwingt, ſo iſt es kein wahres Secundenpendul, da es täglich $\frac{1}{2}$ Secunde zurückbleibt. Wenn aber die Bogen nur 2'' oder $\frac{1}{250}$ Linie beſchrieben, ſo würde die tägliche Verzögerung nur ein Millionentheilchen einer Secunde, oder in 21500 Jahren eine Secunde betragen.

De

De la Lande Calcul aſtronomique. à Paris 1762. §. 253.

§. 245. Wenn die Schwünge des Penduls, auch bey verſchiedenem Elongationswinkel, von völlig gleicher Dauer, oder iſochroniſch ſeyn ſollen, ſo muß es nicht in Kreisbogen, ſondern in der Cykloide ſchwingen. Es läßt ſich nemlich aus der Anwendung der angeführten Sätze vom Fall in krummen Linien auf die Cykloide erweiſen, daß der Fall durch den endlichen Bogen derſelben eben ſo lange daure, als durch den unendlich kleinen, weswegen ſie eben die tavtochroniſche Linie heißt. Daraus folgt denn der Satz: Die Zeit des ganzen Schwunges in der Cykloide, auch bey ungleichen Bogen, verhält ſich zur Zeit des freyen Fallens durch die doppelte Länge des Penduls, wie der Umkreis zum Durchmeſſer.

Hugenii horologium oſcillatorium. P. II. pr. 25. *Friſi* coſmographia. Mediol. 1774. Vol. I. introd. §. 25.

§. 246. Die bisher vorgetragenen Beſtimmungen der Geſchwindigkeit und Dauer der Pendulſchwingungen gelten nur vom einfachen Pendul (§. 233.) im leeren Mittel. Ein zuſammengeſetztes Pendul iſt jedes phyſiſche Pendul, das daher erſt auf ein einfaches reducirt werden muß. Wird nemlich ein ſchwerer Körper an einem ebenfalls ſchweren Faden oder einer metallenen Stange ſo aufgehängt, daß das Ganze Schwingungen machen kann, ſo kann man die Länge deſſelben nicht für die Länge eines einfachen Penduls halten. Ein ſolches Pendul iſt vielmehr aus vielen materiellen Puncten zuſammengeſetzt, die insgeſammt ſchwer ſind, und eine verſchiedene Entfernung vom Aufhängungspuncte haben.

Und eben deswegen nennt man es ein zuſammengeſetztes Pendul. Selbſt eine kleine metallene Kugel, die an einem zarten Faden aufgehängt iſt, iſt als ein zuſammengeſetztes Pendul anzuſehen, weil, wenn auch das Gewicht des Fadens nicht in Anſchlag käme, doch die Kugel nicht als ein Punct ohne Ausdehnung angenommen werden kann. Wenn daher die Geſetze des einfachen Penduls auf wirkliche Pendul angewendet werden ſollen, ſo muß erſt beſtimmt werden, wie die Länge eines einfachen Penduls ſey, deſſen Schwingungszeit eben ſo groß ſeyn würde, als die Schwingungszeit eines zuſammengeſetzten Penduls von gegebener Geſtalt und Länge.

§. 247. Es ſey CBDE (Fig. 37.) ein zuſammengeſetztes Pendul; C ſey der Aufhängungspunct, um welchen ſich das Pendul bey ſeiner Schwingungsbewegung drehet, und A ſey der Schwerpunct des Penduls. Man nehme die gerade Linie CO ſo lang an, als ein einfaches Pendul ſeyn müßte, wenn deſſen Schwingungen mit jenem iſochroniſch ſeyn ſollten. In dieſem Falle müßte der Punct O allein ſchwer ſeyn, wenn das zuſammengeſetzte Pendul in ein einfaches iſochroniſches verwandelt werden ſollte; oder die Entfernung zwiſchen dieſem Puncte O und dem Aufhängungspuncte C iſt die Länge des einfachen Penduls, das mit dem zuſammengeſetzten iſochroniſch oder gleichzeitig ſchwingt. Dieſen Punct O nennt man den **Mittelpunct der Schwingung** oder den **Schwingungspunct** (centrum oſcillationis); und die Länge jedes zuſammengeſetzten Penduls iſt aus der Entfernung CO des Schwingungspunctes O vom Aufhängungspuncte C zu ſchätzen.

§. 248.

§. 248. Um alſo die vorgetragenen Sätze des einfachen Penduls auf ein zuſammengeſetztes anzuwenden, iſt es nöthig, bey dieſem den Schwingungspunct zu beſtimmen (§. 247.). Dieſe Beſtimmung würde uns hier zu weit führen; wir entlehnen alſo nur einige Reſultate der Unterſuchungen, welche die Mechanik darüber angeſtellt hat:

1) In einer ſchweren, gleichartigen, und geraden Linie, z. B. in einer cylindriſchen oder parallelepipedaliſchen Stange von Metall, einem Metalldrathe, einem Blechſtreifen, u. d. gl. iſt der Schwingungspunct vom Aufhängungspuncte um $\frac{2}{3}$ der Länge der Linie entfernt.

2) In einer ſoliden Kugel, die an einem nicht bemerkbar ſchweren Faden an ihrem Scheitel aufgehängt iſt, liegt der Schwingungspunct unter dem Schwerpuncte der Kugel um $\frac{2}{5}$ des Quotienten, den man findet, wenn man das Quadrat des Radius der Kugel mit der Entfernung ihres Schwerpuncts vom Aufhängungspuncte dividirt. So iſt z. B. bey einer Kugel von 1 Fuß (pariſ.) Durchmeſſer, deren Schwerpunct 440 Linien vom Aufhängungspuncte entfernt iſt, der Schwingungspunct 4,712 Linien unter dem Schwerpuncte derſelben; bey einer Kugel von 2 Zoll Durchmeſſer iſt er 0,13 Linien, und bey einer Kugel von einem Zoll 0,033 Lin. darunter.

3) Wenn der Faden, an welchem die ſolide Kugel hängt, ein merkliches Gewicht hat, ſo findet man den Schwingunspunct durch folgende Formel: Es ſey u das Gewicht des Fadens odrr des Drathes, P das Gewicht der Kugel, b der Durchmeſſer der Kugel, a die Entfernung des Mittelpuncts der

Ku-

Kugel vom Aufhängungspuncte, ſo liegt der Schwingungspunct unter dem Mittelpuncte der Kugel um

$$\frac{(\frac{1}{3}u + \frac{2}{5}P)\,b^2 - \frac{1}{6}u\,(ab + a^2)}{(\frac{1}{2}u + P)\,a - \frac{1}{2}bu}$$

Eine kleine metallene Kugel von etwa zwey Linien im Durchmeſſer, die an einem ſehr zarten ungeſponnenen Hanffaden aufgehängt iſt, iſt zwar immer noch ein zuſammengeſetztes Pendul; indeſſen fällt doch der Mittelpunct der Kugel mit dem Schwingungspuncte ſehr nahe zuſammen.

Hugenii horologium oſcillatorium. Pariſ. 1673. Fol. P. IV. prop. 7—23. *Iacob Bernoulli*, in den *Mém.* de l'acad. roy. des ſc. 1703. S. 78. ff. und S. 281. ff. *Ioh. Bernoulli*, ebendaſ. 1714. S. 208. *Mairan* ebendaſ. 1735. S. 183. *Muſchenbroek* introductio in philoſoph. naturalem. I. §. 670. 671. *De la Lande* expoſition du calcul aſtronomique. S. 199. *Le Pauté* traité d'horlogerie. à Paris 1755. 4. S. 291. Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik, Göttingen 1766. 8. S. 194. u. f. S. 243. Karſtens Lehrbegriff der Mathematik. Th. I. B. 2. Abſchn. VI. der Mechanik; imgl. Th. IV. Abſchn. VIII. und XI. der Mechanik.

§. 249. Wenn ein zuſammengeſetztes Pendul Schwünge von beſtimmter Zeitdauer verrichten ſoll, ſo muß die Länge des gleichgeltenden einfachen Penduls eine beſtimmte Größe haben. Wenn die Zeit eines einfachen oder halben Schwungs gerade eine Secunde dauert, ſo heißt die dazu gehörige Länge das **Secundenpendul**, oder auch die **Länge des einfachen Penduls**.

§. 250. Man kann die Länge des Secundenpenduls (§. 249.) durch Beobachtung beſtimmen. Man hänge zu dem Ende eine ſolide Kugel an einem dünnen ungezwirnten Faden auf, und beſtimme die Entfernung des Schwingungspunctes vom Aufhängungspuncte aufs genaueſte (§. 248.). Man wähle ei-

einen Ort zur Beobachtung, der eine gleichförmige Temperatur von etwa 10° Reaum. hat, und keinem Luftzuge unterworfen iſt. Man laſſe hierauf das Pendul frey ſchwingen, zähle die einfachen Schwingungen deſſelben eine Zeitlang fort, und beobachte nach einer richtig gehenden und gut geordneten Secundenuhr die während der Schwingungen verfloſſene Zeit. Man drücke die ſo beobachtete Zeit in Secunden aus, und dividire ſie mit der beobachteten Anzahl der Schwingungen, ſo hat man die Schwingungszeit für ein einfaches Pendul von bekannter Länge, nemlich von einer Länge, die der Entfernung des Aufhängungspuncts vom Schwingungspuncte gleich iſt. Aus der Länge dieſes Probependuls und der Dauer ſeiner einfachen Schwingungen läßt ſich nun nach einer leichten Rechnung (§. 237.) die Länge eines einfachen Penduls beſtimmen, das in 1 Secunde einen einfachen Schwung macht. Man wiederhole dieſen Verſuch oft mit Probependuln von verſchiedener Länge, und nehme das Mittel von allen Verſuchen, um deſto ſicherer die Länge des einfachen Secundenpenduls zu erhalten.

Mairan a. a. O. S. 153 — 200. *Van Swinden* poſitiones phyſicae. I. S. 98.

§. 251. Um indeſſen die wahre Länge des einfachen Secundenpenduls, das in einem freyen Mittel ſchlägt, und wobey die Erde als ruhend angenommen wird, zu finden, ſind noch einige Berichtigungen zu den vorhergehenden Verſuchen nöthig, und zwar

1) wegen des Widerſtandes der Luft. Die Pendul erleiden nemlich von der Luft, die ſie beym

Schwingen aus der Stelle drängen müſſen, einen Widerſtand, der um deſto größer iſt, je dichter die Luft, und je größer das Volum des Penduls iſt. Pendul von größerm Gewicht ſchwingen daher bey gleicher Länge und gleichem Volum allerdings ſchneller, als die von leichterm Gewicht, obgleich die Größe des Gewichts auf die Schwungbewegung an ſich ſo wenig Einfluß hat, als auf den Fall der Körper (§. 199.). Durch dieſen Widerſtand der Luft kömmt es hauptſächlich, daß die Schwingungsbogen immer kleiner werden, und das Pendul endlich zur Ruhe kömmt, da ſonſt die Schwungbewegung an ſich ohne Ende fortdauren müßte. Obgleich aber nun durch dieſen Widerſtand der Luft die Dauer des Niedergangs etwas länger wird, ſo wird doch die des Aufſteigens dadurch wieder etwas kürzer, und durch dieſe Compenſation kömmt es, daß die Schwünge ziemlich iſochroniſch bleiben, und daher keine merkliche Veränderung ſtattfindet, die einer Correction bedürfe. Eine ganz andere Bewandtniß aber hat es mit der hydroſtatiſchen Wirkung der Luft, wodurch, wie die Folge beym Waſſerwägen lehren wird, ein Theil der Gravitation des Penduls aufgehoben wird; hierauf muß ſich die Berichtigung wegen des Widerſtandes der Luft beziehen. Dadurch, daß das Pendul Luft aus der Stelle drängt, verliert es einen Theil ſeines Gewichts, und bewegt ſich mit einem Verluſte ſeiner Gravitation. Daher iſt zu der beobachteten Länge des einfachen Secundenpenduls noch etwas hinzuzuſetzen, um die Länge deſſen zu finden, das im leeren Raume Secunden ſchwingt. Dieſer hinzuzuſetzende Theil verhält ſich zur Länge des einfachen Penduls in der Luft, wie das ſpecifiſche Gewicht

der

der Luft zum ſpecifiſchen Gewicht der Materie, woraus das Pendul beſteht.

Bouguer traité de la figure de la terre. à Paris 1749. 4. S. 399. ff. *Van Swinden* poſ. phyſ. I. S. 93. §. 236.

2) **Wegen der Wirkung der Centrifugalkraft auf der Erde**, die von der Umdrehung der Erde um ihre Achſe herrührt, wodurch die Schwere des Penduls, und alſo die Länge des einfachen Secundenpenduls vermindert wird. Dieſe Verminderung iſt deſto größer, je näher der Ort der Beobachtung dem Aequator liegt, oder je größer die Kreiſe ſind, die er bey der täglichen Bewegung der Erde durchläuft. Ein und daſſelbige Pendul wird alſo unter dem Aequator langſamer ſchwingen, als gegen die Pole zu, und es wird dort verkürzt werden müſſen, wenn es iſochroniſch ſchwingen ſoll. **Richer** beobachtete dies bey ſeiner Reiſe nach Cayenne im Jahr 1672, 1 Grad 56 Min. vom Aequator; ſein Pendul, das zu Paris Secunden ſchlug, mußte hier um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzt werden, um die nämliche Geſchwindigkeit zu behalten. Um alſo die wahre Länge des einfachen Secundenpenduls zu beſtimmen, welche ſtattfinden müßte, wenn die Erde ruhete, iſt zu der beobachteten Länge noch etwas hinzuzuſetzen. Um dies zu finden, darf man nur den Bruch $\frac{1}{289}$ (als das Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere unter dem Aequator (§. 260. 12) mit dem Quadrate des Coſinus der geographiſchen Breite des Orts multipliciren, und die gefundene Quantität zu der beobachteten Länge des Penduls zuſetzen. Geſetzt alſo, daß der Ort der Beobachtung unter einer Breite von 60 Graden läge, ſo iſt der Coſinus = $\frac{1}{2}$, und die Rechnung giebt

$\frac{1}{4}$.

$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289}$, oder $\frac{1}{1156}$. Wenn nun die beobachtete Länge des einfachen Penduls daſelbſt 439,28 Linien wäre, ſo müßten noch $\frac{439,28}{1156} = 0,38$ Linien zu dieſer beobachteten Länge zugeſetzt werden, um die wahre Länge des Secundenpenduls zu finden, das durch die Schwungkraft keine Vermindrung erleidet.

Hr. de la Lande giebt hiernach folgende Tafel an:

unter dem Aequator ſ	0 Gr.	0 Min. ſ	1,53 Lin.
zu Portobelo ſ ſ	9 ſ	34 ſ ſ	1,48 ſ
zu Klein-Goave ſ ſ	18 ſ	27 ſ ſ	1,38 ſ
am Vorgeb. d. g. H. ſ	33 ſ	55 ſ ſ	1,04 ſ
zu Paris ſ ſ ſ	48 ſ	50 ſ ſ	0,67 ſ
zu London ſ ſ ſ	51 ſ	31 ſ ſ	0,59 ſ
in Schweden bey ſ	60 ſ	0 ſ ſ	0,38 ſ
zu Pello in Lappland ſ	66 ſ	48 ſ ſ	0,24 ſ

Phoronomia, ſive de viribus et motibus corporum ſolidorum et fluidorum libr. II. aut. *Iac. Hermanno*, Amſtelaed. 1716. 4. S. 368. ff. *De la Lande* calcul. aſtronom. S. 203.

3) Wegen der Größe der Schwingungsbogen. Hierher gehört das, was §. 244. angeführt worden iſt.

4) Wegen der Wärme. Die Temperatur kann nemlich die Länge des Maaßſtabes ändern, und daher iſt es nöthig bey der Meſſung des Probependuls ſich entweder ſtets einer gleichförmigen Temperatur zu bedienen, oder den Unterſchied der Länge bey andern Temperaturen an dem Maaßſtabe erforſcht zu haben. — Wenn die Pendul ſelbſt von der Wärme und Kälte in ihrer Länge verändert werden, ſo würden ſie natürlicher Weiſe ihren Iſochroniſmus nicht behalten. An genauen Uhren hat man deswegen Pendul aus verſchiedenen Materien anzubringen geſucht, die ſich wechſelſeitig durch Verkürzung und Ver-

Verlängerung bey verſchiedenen Temperaturen compenſiren; dahin gehört **Grahams** und **Romains** roſtförmiges Pendul aus eiſernen und kupfernen Stäben. Noch vollkommener hat man die Verbindung von Stäben aus Eiſen und Zink gefunden.

Muſchenbroek introd. ad philoſ. natural. I. §. 675. 676. *Berthoud* eſſai d'horlogerie. à Paris. T. II. 1763. 4. T. 2. S. 118 — 143. 181 — 188. 299 — 306.

§. 252. Ohngeachtet aller dieſer Berichtigungen lehrt die Erfahrung, daß an den verſchiedenen Orten auf der Erde unter verſchiedenen Breiten die Länge des einfachen Secundenpenduls nicht gleich ſey; woraus denn folgt, daß die Beſchleunigung der Schwere in den verſchiedenen Breiten nicht gleich ſeyn könne. Man hat dieſe Länge gefunden:

1) unter dem **Aequator**, an der Meeresfläche, zu 439,21 Lin. pariſ. = 454,48 rheinl.
2) zu **Paris**, unter der Breite von 48°50' — 440,57 Lin. pariſ. = 455,89 rheinl.
3) zu **Leiden**, unter der Breite von 52°9' — 440,71 pariſ. = 456,04 rheinl.
4) zu **Pello** in Lappland, unter der Breite von 66°48' — 441,27 Lin. pariſ. = 456,61 rheinl.

Die Beſtimmung der Pendullänge von andern Orten ſehe man bey *Muſchenbroek introd. in philoſ. nat. T. I.* S. 99. und in Bodens Kenntniß der Erdkugel, S. 85.

§. 253. Die Lehren vom einfachen Pendul hatte ſchon **Galilei** mit den Geſetzen der Schwere erfunden; **Huygens** aber erweiterte dieſe Erfindung, machte vom Jahr 1656 an davon überaus wichtige Anwendungen zur Verbeſſerung der Uhren, und wurde der Erfinder der **Penduluhr**. Er ſchlug auch die Länge des einfachen Secundenpenduls zu einem allge-

gemeinen Fußmaaß vor, und nach ſeinem Vorſchlage ſollte der dritte Theil dieſer Länge der allgemeine Fuß ſeyn. Er wußte aber damals noch nicht, daß die Länge des Secundenpenduls unter verſchiedenen Breiten verſchieden wäre, und daß ſie zwar ein natürliches, aber kein allgemeines Längenmaaß gewähre. Für einerley Ort bleibt indeſſen dieſe ſcharfſinnige Beſtimmung immer anwendbar.

Chriſt. Hugenii horologium oſcillatorium. Pariſ. 1673. Fol.

Verſuch durch Zeitmeſſungen unveränderliche Längen- Körper- und Gewichtmaaße zu erhalten, — von Joh. Whitehurſt. a. d. Engl. überſ. mit Anm. von J. H. Wiedemann. Nürnb. 1790. 4.

§. 254. Eine andere ſehr wichtige Anwendung der Geſetze vom Pendul machte Huygens dadurch, daß er vermittelſt derſelben die Beſchleunigung der Schwere beſtimmte. Weiß man nemlich die Länge des einfachen Penduls, ſo läßt ſich nach §. 243. leicht beſtimmen, wie viel Fuß der Körper in der erſten Secunde ſeines Fallens durchlaufe. Weil nemlich die Quadratzahl der Schwingungszeit des Penduls ſich zur Quadratzahl von $\frac{355}{113}$ oder von 3,1415926 . . . (als dem Verhältniß der Peripherie des Kreiſes zum Durchmeſſer) verhält, wie die halbe Länge des Penduls zur Beſchleunigung der Schwere, ſo darf man nur die halbe Länge des einfachen Secundenpenduls für einen gewiſſen Ort mit der Quadratzahl von 3,1415926 . . multipliciren, um den Fallraum ſchwerer Körper in der erſten Zeitſecunde, oder die Beſchleunigung der Schwere, für den Ort der Beobachtung zu finden. Die Länge des einfachen Secundenpenduls iſt nach Mairan zu Paris 440,57 Linien (§. 252.), folglich die halbe Länge 220,285

Li=

Linien (pariſ.), und dieſe mit der Quadratzahl von 3,1415926 = 9,869604 multiplicirt, giebt 2174,175 Linien oder 15,098 pariſ. Fuß, welche mit 15,625 rheinl. Fuß übereinkommen, ſo wie auch oben (§. 189.) die Höhe des freyen Falles ſchwerer Körper in der erſten Secunde angegeben worden iſt.

Karſtens Anfangsgr. d. Naturl. §. 94.

§. 255. Da die Beobachtungen lehren, daß die Länge des einfachen Penduls, wenn es iſochroniſch bleiben ſoll, unter dem Aequator kürzer ſeyn müſſe, als gegen die Polarländer zu (§. 252.), ſo folgt, daß die Schwere unter dem Aequator geringer ſeyn müſſe, als gegen die Pole zu. Zufolge dieſer Beobachtungen wächſt die Länge des einfachen Secundenpenduls, je mehr man ſich vom Aequator gegen die Pole zu entfernt. Es iſt zwar nicht das Ganze der Verminderung dieſer Länge gegen den Aequator zu auf Rechnung der Verminderung der Gravitation zu ſchreiben, ſondern ein Theil kömmt auf Rechnung der größern Centrifugalkraft unter dem Aequator; da aber dieſer Theil beſtimmt werden kann (§. 251. 2.), ſo läßt ſich auch nach angeſtellter gehörigen Berichtigung die Verminderung der Schwere gegen den Aequator zu angeben. Die Schweren an den verſchiedenen Orten verſchiedener Breiten verhalten ſich wie die Längen des einfachen Secundenpenduls, die man nach den gehörigen Berichtigungen gefunden hat.

Newtoni princip. philoſ. natur. III. pr. 20.

§. 256. Eben ſo lehrt auch die Erfahrung, daß Pendul, die iſochroniſch ſchwingen, auf hohen Gegenden kürzer, als in niedrigern ſeyn müſſen; woraus

aus denn folgt, daß die Schwere vom Mittelpunct der Erde weiter abwärts geringer iſt, als bey mehrerer Nähe; und daß dieſe mehrere Erhöhung wahrſcheinlich der Grund iſt, warum gegen den Aequator zu iſochroniſche Pendul kürzer ſeyn müſſen, als gegen die Pole hin.

Bouguer traité de la figure de terre. à Paris 1749. 4. S. 335. 337.

Nach ihm war die Länge des einfachen Secundenpenduls unter dem Aequator

in der Höhe von 2434 Toiſen	36 Z.	6,70 L.
„ „ „ 1466 „	36 „	6,83 „
an der Meeresfläche	36 „	7,07 „

Nach der gehörigen Berichtigung ſind dieſe Längen: 36 Z. 6,69 L.; 36 Z. 6,88 L.; 36 Z. 7,21 Lin.

Von den erdichteten Verſuchen einiger Franzoſen, die das Gegentheil darthun ſollten, ſehe man: *Le Sage* im *Journal de Phyſique*, *T. I.* S. 249.; *De Luc lettres phyſiques et morales*, *L.* 45. *T. II.* S. 358., und Achard phyſiſche Schriften S. 197.

Wurfbewegung.

§. 257. Wenn ein ſchwerer Körper in einer Horizontallinie, oder in einer andern, die nicht auf dem Horizonte ſenkrecht iſt, in einem freyen Mittel durch irgend eine Kraft fortgeworfen wird, ſo würde er, wenn die Schwere nicht auf ihn wirkte, in gleichen Theilen der Zeit gleiche Räume nach der Richtung des Wurfs durchlaufen; die Schwere treibt ihn aber ſenkrecht, nach der Fläche der Erde herab, und der Körper wird alſo von zwey Kräften zugleich getrieben, deren Richtungen einen Winkel einſchließen. Folglich iſt die Bewegung des Körpers zuſammengeſetzt, und ſeine Bahn würde ſich nach dem, was hiervon (§. 92.) geſagt worden iſt, leicht finden laſſen. Die Kraft der Schwere aber wirkt nicht bloß im Anfange, ſondern als eine innere Kraft,

un-

ununterbrochen, und beſchleunigt folglich den Fall des Körpers gleichförmig. Wenn dieſer alſo bey der durch den Wurf erhaltenen Geſchwindigkeit vermöge ſeiner Trägheit im erſten Augenblicke ein Raumtheilchen der geradlinigten, z. B. horizontalen Bahn fortgeht, ſo wird er auch während dieſer Zeit durch die Schwere herabgetrieben, folglich nach Endigung deſſelben ſo tief ſeyn, als er beym lothrechten Falle ſeyn würde; nach dem zweyten Augenblicke wird er aber viermal tiefer geſunken ſeyn (§. 196.), wenn er vermöge ſeiner Trägheit in der Bewegung nach der Kraft des Wurfes, oder nach der Projectionslinie nur zwey ſolche Raumtheilchen, als im erſten Augenblick, fortgerückt iſt; nach dem dritten Augenblicke iſt er neunmal tiefer gefallen, da er vermöge ſeiner Geſchwindigkeit durch die erſtere Kraft wieder nur einen dreyfach ſo großen Raum, als im erſten Augenblicke, vorgerückt iſt; u. ſ. w. Kurz, der geworfene Körper wird eine krumme Linie beſchreiben, worin ſich die Abſciſſen verhalten wie die Quadrate der Ordinaten, und folglich eine Parabel. Auch dies Geſetz hat Galilei zuerſt entdeckt.

Es werde ein ſchwerer Punct A in der horizontalen Richtung AH geworfen. Man theile AH in drey gleiche Theile AB, BG, GH, die von dem bloß trägen Körper in gleichen Zeiten zurückgelegt werden würden. Allein ſo wie die freye Wurfbewegung des ſchweren Körpers anfängt, ſinkt er durch die Schwere hinab. Wir wollen ſetzen, daß er in dem Zeittheilchen, da er AB ohne Schwere zurücklegen würde, durch dieſe AK hinabfalle; er wird alſo die Diagonale AE durchlaufen müſſen, folglich ſich nach Endigung des erſten Zeittheils in E. Im folgenden Zeittheile würde er nach der Richtung des Wurfs, wenn er nicht ſchwer wäre, um BG = EM fortgerückt ſeyn; die Schwere würde ihn aber in dieſem zweyten Zeittheile allein 3mal tiefer hinabtreiben, als im erſten, folglich um MF = KP = 3AK; er durchläuft alſo die Diagonale des Paralle-

logramms EMSF, und befindet ſich nach Endigung des zweyten Zeittheils in F, alſo nach der ſenkrechten Höhe AP = 4AK hinabgetrieben. Im dritten Zeittheile würde ihn die Kraft des Wurfs um FO = GH fortrücken laſſen; er durchfällt aber vermöge der Schwere in dieſem Zeittheile den fünffachen Raum FR = 5AK, und durchläuft alſo die Diagonale FL, ſo daß er nach Endigung der drey Zeittheile 9AK in der ſenkrechten Höhe AN = HL hinabgeſunken iſt.

Da die Schwere auf den bewegten Punct nicht bloß in A, E und F, ſondern in jedem Puncte ſeiner Bahn ſtetig wirkt, ſo machen auch die Diagonalen AE, EF und FG keine geraden, ſondern krumme Linien aus, und die ganze Bahn iſt eine krumme Linie, die die Eigenſchaften einer Parabel hat: denn wenn man AN für die Achſe dieſer krummen Linie nimmt, ſo ſind AK, AP und AN die Abſciſſen, und KE, PF und NL die Ordinaten. Nun iſt vermöge der Conſtruction $AK : AP = KE^2 : PF^2 = AB^2 : AG^2$; und $AK : AN = KE^2 : NL^2 = AB^2 : AH^2$.

Galilei dialog. de motu locali. L. B. 1699. 4. IV. th. I.

§. 258. Nicht nur in der horizontalen Richtung, ſondern auch in jeder andern, wofern ſie nur nicht auf den Horizont ſenkrecht iſt, müſſen nach dieſer Theorie die geworfenen ſchweren Körper eine paraboliſche Bahn haben, und zwar nicht nur beym Hinabſinken, ſondern auch beym Hinaufſteigen, und es läßt ſich ſolchergeſtalt der Weg, den ſie nehmen, und der Ort, wo ſie ſich in einer gewiſſen Zeit befinden, beſtimmen, wenn man die **anfängliche Geſchwindigkeit**, mit der ſie geworfen wurden, oder die **Gewalt des Wurfs** (impetus iactus), ſo wie den Winkel kennt, den die Richtungslinie mit dem Horizonte macht. In der Luft macht freylich der Widerſtand derſelben bey großen Wurfsweiten, daß die Bahn des geworfenen Körpers nicht genau paraboliſch ſeyn kann. Auch ſind zwar die Richtungslinien der Schwerkraft im eigentlichen Sinn nicht paral-

rallel; indeſſen iſt bey kleinen Weiten der Unterſchied ſo gering, daß er nicht in Anſchlag kommen kann.

Beyſpiele geben: geworfene Steine, Geſchützkugeln, und beſonders ein ſpringender Waſſerſtrahl, wenn die Springröhre nicht lothrecht, ſondern ſchief oder horizontal ſteht.

Eigene Maſchinen, um durch Verſuche dieſe Theorie zu beſtätigen, beſchreiben: *S' Graveſande* elem. phyſic. §. 543 — 546. §. 1624 — 29.; *Muſchenbroek* introd. ad philoſ. nat, §. 704.; *Nollet* leçons de phyſique VI. S. 212. ff. Exp. 5.; *Bernoulli* in den *nouv. mém. de l' acad. de Berlin* 1780.

Die Theorie geworfener Körper ſehe man bey: *Torricelli* de motu projectorum, in ſeinen *operibus, Florent.* 1664. 4. *Blondel* art de jetter les Bombes, à Paris 1683. 4. *Maupertuis*, in den *Mémoires de l' acad. roy. des ſc.* 1731. S. 297. *Tempelhoff* le bombardier pruſſien, ou du mouvement des projettiles, à Berlin 1781. 8. Käſtners Anfangsgründe der höhern Mechanik §. 173. u. ff. Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathemat. Th. IV. Mechanik, Abſchn. XX.; und Anfangsgr. der mathem. Wiſſenſchaften, Th. II. §. 33. ff.

§. 259. Ein ſchwerer Körper, welcher ſolchergeſtalt in einer krummen Linie niederwärts geht, hat am Ende ſeines Niederfallens eben die Geſchwindigkeit, als wenn er von der Höhe ſeiner Wurfsbewegung an ſenkrecht auf die Ebene herabfällt, die er am Ende ſeines krummlinigten Weges erreicht.

§. 260. Wenn aber die Richtungslinien der Schwere nicht unter einander parallel, ſondern nach einem Mittelpunkt zugerichtet ſind, ſo wird die Schwere als Centripetalkraft, und die Kraft des Wurfs, die den ſchweren Körper von der Richtung der Centripetalkraft abzulenken ſtrebt, zur Tangentialkraft, folglich die Wurfbewegung zu einer wahren Centralbewegung werden (§. 103.). Bey den kleinen Weiten, in der wir auf der Erde die Körper werfen können, fallen ſie freylich bey ihrer krummlinigten

Bahn auf die Erde zurück; die von ihnen beſchriebenen Bogen ſind ſo klein, daß alle von denſelben gegen den Mittelpunct der Erde gezogene Linien für parallel gehalten werden können, und daß alſo die Bahn von einer paraboliſchen Krümmung, die freylich nicht wieder in ſich ſelbſt zurückläuft, dem Anſehen nach entſteht. Es iſt aber doch gedenkbar, daß ein ſchwerer Körper in einer ſolchen Erhöhung von der Erde horizontal geworfen werde, daß die Weite der Bogen ſo wachſe, daß die aus ihnen nach dem Mittelpunct der Erde gezogenen Linien nicht mehr für parallel, ſondern für convergirend zu halten ſind; dann wird die Bahn nicht paraboliſch ſeyn können, ſie wird in ſich ſelbſt zurücklaufend werden, und der ſchwere Körper wird um die Erde herum eine Centralbewegung haben. Wirklich iſt auch die Bewegung, welche der Mond um die Erde, und alle Trabanten um ihre Hauptplaneten, ſo wie dieſe um ihre Sonne, haben, eine wahre Centralbewegung, und eine Folge derſelbigen ſtetigen Kraft, welche die krummlinigte Bahn der geworfenen ſchweren Körper auf unſerer Erde hervorbringt, nemlich der Gravitation. Die Schwere iſt die ſtetig wirkende Centripetalkraft, und die Kraft des Wurfs, welche die ſchweren Welten von der Richtung dieſer Centripetalkraft nach der Tangente abzulenken ſtrebte, die Tangentialkraft oder Schwungkraft. Dieſe letztere iſt alſo nicht Folge der Trägheit; denn weil Trägheit keine Kraft iſt, ſo wird ſie auch kein Vermögen haben, die ſchwere Welt von der Richtung der ihr inhärirenden Kraft der Schwere abzulenken; und eine in Bewegung befindliche, bloß träge Welt müßte dem Zuge der Schwerkraft ungehindert folgen. Um alſo

die Centralbewegung der Himmelskörper zu erklären, dürfen wir nicht annehmen, daß ſie als träge Welten nach der Richtung der Tangente zuerſt in Bewegung geſetzt worden wären, und daß die nachher hinzugekommene Schwere ſie von jener Richtung nun ſtetig ablenke, ſondern die gravitirenden Himmelskörper wurden durch eine projectile Kraft nach der Tangente ihrer Bahn mit einer determinirten Geſchwindigkeit in Bewegung geſetzt. So läßt ſich denn auch die Frage leicht löſen, ob die Schwungkraft Folge der Trägheit, oder ob ſie eine eigene Kraft ſey.

Daß es gedenkbar ſey, daß die Bahn geworfener Körper zu einer in ſich ſelbſt zurücklaufenden Linie, und nicht etwa zu einer Spirallinie werde, die dem Mittelpunct immer näher komme, läßt ſich leicht beweiſen. Jede Geſchwindigkeit nach der Richtung der Wurfkraft kann durch die Größe der Tangente ausgedruckt werden, wie z. B. (Fig. 39.) durch Ab, und die Schwerkraft, die nach einem Mittelpuncte, wie nach C, wirkt, durch Ac = bi. Wenn alſo der ſchwere Körper aus A gegen T zu geworfen wird, ſo wird er in eben der Zeit, da er Ab durchläuft, zu gleicher Zeit von der Tangente durch die Schwere um bi oder Ac abgezogen, und alſo in eben der Zeit, als er nach der Kraft des Wurfs allein Ab durchlaufen würde, vermöge der zuſammengeſetzten Bewegung den Bogen Ai beſchreiben; von da würde er in der folgenden gleich großen Zeit, ohne die Schwere, nach der Tangente bis t fortgehen; treibt ihn aber die Schwere ununterbrochen gegen C, und wird dieſe Kraft, während daß er in i iſt, durch tn = ie ausgedruckt, ſo wird er vermöge dieſer zuſammengeſetzten Bewegung in eben dieſer Zeit den Bogen in beſchreiben; er würde in der dritten Zeit von n gleichförmig nach q fortgehen, wenn die Schwere nicht wäre, wenn nemlich nq = ni geſetzt wird, da aber die Schwere in n ihn zu gleicher Zeit durch np = qr führt, ſo wird er in eben dieſer Zeit durch nr geführt, und ſo weiter. Weil die Centripetalkraft immer wächſt, ſo wie die Diſtanzen Ci, Cn, Cr abnehmen, ſo wird auch der geworfene Körper immer näher gegen C zukommen, bis er an den unterſten Punct E gelangt iſt; aber von da an wird er ſich nicht mehr C nähern, ſondern davon ab- und wieder nach A zurückgehen. Aus der

der Lehre von der Centralbewegung (§. 104. 1.) iſt bekannt, daß die Dreyecke AiC, inC, nrC gleichen Inhalts ſind, und eben ſo auch tEC, deſſen Bogen der geworfene Körper an der unterſten Stelle durchläuft. An dieſer Stelle der krummlinigten Bahn iſt die Centripetalkraft am größeſten, und ſey durch Em ausgedruckt, und verhalte ſich gegen Ac, umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunct der Gravitation, oder wie $AC^2 : CE^2$. Der Körper würde aus E nach o gleichförmig fortgehen, in eben der Zeit, da er tE beſchrieben hat, wenn die Schwere in E zu würken aufhörte; ſie zieht ihn aber um EM = oh nach C zu, daher legt er in eben dieſer Zeit den Bogen Eh zurück, von h würde er in der folgenden gleich groſſen Zeit durch ht weggehen, wenn ihn nicht während dieſer Zeit die Schwere nach C ablenkte, und ihn am Ende dieſer Zeit bis s zurückgebracht hätte; u. ſ. f. Aus den Richtungen Eo, ht erhellet, daß, wenn der geworfene Körper in E angelegt iſt, er von da an keineswegs gegen C zu immer mehr näher komme, ſondern daß er vielmehr, weil er in den Puncten E, h, s, G eben dieſelbige Centripetalkraft hat, als in den correſpondirenden Puncten der gegenüber ſtehenden Hälfte, eben ſo nach A zurückkehrt, als er ſich von da aus entfernte.

Man nehme nun an, daß die Kraft des Wurfs Ab dieſelbige bleibe, das Verhältniß der Centripetalkraft oder der Schwere aber größer als Ac, und durch Ad = be ausgedruckt werde, ſo wird der Körper durch die vereinigte Wirkung beider Ae durchlaufen. Wird die Schwerkraft noch größer, nemlich = Ag, ſo wird er in eben der Zeit, da er ohne Schwere Ab durch die Kraft des Wurfs zurücklegen würde, den Bogen AF durch die gemeinſchaftlichen Wirkungen durchlaufen. So wie er durch Ab und Ac die Centralbewegung AFEG hat, ſo wird er durch Ab und Ad, oder durch Ab und Ag die von AHDI oder AKBL u. ſ. w. haben.

Scherffer inſtitutiones phyſicae, P. II. Vindob. 1763. 8. S. 35. ff.

* * *

Wir können nun von den bisher vorgetragenen Geſetzen der Schwere Anwendung machen auf Centralbewegungen (§. 103.), bey welchen die Schwere als Centripetalkraft wirkt, und ſo auch auf die

wichtige

wichtige Lehre von der Bewegung der Himmelskörper.

1) Wenn ein ſchwerer ruhender Körper von der Richtung der Schwere, die auch zur Zeit der Ruhe eben ſo gut in ihm wirkſam iſt, als zur Zeit der Bewegung, und ſeinen Druck hervorbringt, abgelenkt und z. B. nach einer horizontalen Richtung geworfen oder geſtoßen werden ſoll, ſo wird dazu Kraft erforderlich ſeyn, und der ruhende ſchwere Körper wird Widerſtand leiſten (§. 110.). Es iſt leicht begreiflich, daß, wenn der ſchwere Körper noch einmal ſo viel ſchwere Maſſe hat, als ein anderer, noch einmal ſo viel Kraft erforderlich ſeyn werde, um ihn mit eben der Geſchwindigkeit in eben der Richtung zu werfen; nicht, weil dieſe doppelt ſo ſchwere Maſſe doppelt ſo viel Trägheit habe, und durch dieſelbe doppelt ſo viel Widerſtand leiſte, ſondern weil ihre bewegende Kraft oder ihr Gewicht, mit dem ſie nach der Richtung der Schwere drückt, doppelt ſo groß iſt. Wenn nun zwey ſchwere Körper von ungleicher ſchwerer Maſſe in eine Centralbewegung geſetzt, und ihre Geſchwindigkeit, ſo wie ihr Abſtand vom Mittelpuncte der Kräfte, gleich angenommen werden, ſo wird die Centrifugalkraft in dem Körper von größerer ſchwerer Maſſe größer ſeyn, als in dem von kleinerer ſchwerer Maſſe; und es wird folglich eine größere Centripetalkraft erfordern, um die größere Maſſe in gleicher Bahn mit gleicher Geſchwindigkeit und bey gleichem Abſtande vom Centro zu erhalten

Wenn wir die ſchweren Maſſen P, p, und die Centripetalkraft G, g, nennen, ſo iſt, alles gleich geſetzt,

$$G : g = P : p.$$

Es habe nämlich der Körper A von doppelt ſo viel ſchwerer Maſſe, als B, mit dieſem bey gleichem Abſtande vom Centro und bey gleicher Umlaufszeit eine Centralbewegung. Der Körper A iſt = 2 B; in jedem von dieſem angenommenen B aber iſt die Centrifugalkraft gleich der in dem eigentlichen B, folglich iſt die Centrifugalkraft von A zu der in B, wie das Gewicht oder die ſchwere Maſſe von A zu dem von B.

Wenn daher Waſſer und Queckſilber in einer gegen den Horizont geneigten Röhre eingeſchloſſen ſind, und im Kreiſe herum bewegt werden, ſo wird dabey das Queckſilber höher ſtehen, und weiter vom Centro entfernt ſeyn, als das Waſſer.

Eben hieraus läßt ſich auch erklären, warum beym Kornſiebe die ſchwerern Körner nach der Peripherie zu, die leichtere Spreu näher nach dem Mittelpuncte des Siebes geſammelt werden.

Muſchenbroek §. 730. *Kraft* praelect. phyſ. I. §. 198.

2) Aus

2) Aus der Verbindung dieſes Satzes mit dem oben bey der Centralbewegung S. 72. n. 15. angeführten, folgt der allgemeinere für die Centralbewegung ſchwerer Körper: die Centralkräfte ſind in einem zuſammengeſetzten Verhältniß aus dem geraden der ſchweren Maſſen und der Entfernungen vom Mittelpuncte, und dem umgekehrten des Quadrats der Umlaufszeiten.

Wenn die Centralkräfte G, g, die ſchwere Maſſe P, p, die Abſtände vom Mittelpuncte D, d, und die Umlaufszeiten T, t, heißen, ſo iſt

$$G : g = \frac{PD}{T^2} : \frac{pd}{t^2}.$$

Wenn alſo $P = p$, ſo iſt $G : g = \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$ wie oben (S. 72. n. 15.), und ferner $D : d = GT^2 : gt^2$ und wenn $G = g$, und $P = p$, ſo iſt die Geſchwindigkeit oder $V : v = \sqrt{D} : \sqrt{d} = T : t$, und $V^2 : v^2 = D : d$. Ferner wenn $P = p$, und $T = t$, ſo iſt $G : g = D : d$ (ſ. oben 71. n. 12.), und wenn $T = t$, ſo iſt $G : g = PD . pd$.

Wenn nun $G : g = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$, ſo iſt $T : t = D : d$ und $V = v$; ferner, wenn $T = t$, und $P : p = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$, ſo iſt $G = g$.

Endlich, wenn $P = p$ und $D = d$, ſo iſt $G : g = \frac{1}{T^2} : \frac{1}{t^2}$.

Van Swinden I. S. 135. §. 362.

3) Wenn die Quadrate der Umlaufszeiten ſich verhalten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunct der Kräfte, und die ſchweren Maſſen gleich ſind, ſo ſind die Centralkräfte im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen.

Wenn alſo $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$, ſo iſt $G : g = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 : D^2$.

Nach dem oben (S. 72. n. 15) angeführten, war $G : g = \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$; ſubſtituiren wir nun hier nach der Vorausſetzung für T^2 und t^2, D^3 und d^3, ſo iſt $G : g = \frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3} = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 ; D^2$.

4) Wenn die ſchweren Maſſen ungleich ſind, ſo ſind, in dem eben angeführten Falle (3), die Centralkräfte im geraden

raden Verhältniß der Maſſen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen vom Mittelpunkt der Kräfte.

Dies folgt aus der Verbindung des 2. und 3. Satzes; und iſt dieſemnach

$$G : g = \frac{p}{D^2} : \frac{p}{d^2}$$

5) Wenn ein ſchwerer Körper in einem Kreiſe mit eben ſo großer Geſchwindigkeit bewegt wird, als er durch den freyen Fall aus der Höhe des vierten Theils des Durchmeſſers, oder der Hälfte des Radius des Kreiſes erhalten würde, ſo iſt ſeine Centrifugalkraft der Schwere gleich. Wäre der Körper an einem Faden geſpannt, und würde er im horizontalen Kreiſe bewegt, ſo würde er jenen eben ſo ſpannen, als wenn er frey daran herabhinge.

Der Körper werde in einem horizontalen Kreiſe (Fig. 40.) bewegt. Die Tangente BD ſey gleich dem Radius AB. Jener bewegt ſich nach der Vorausſetzung in der Circumferenz des Kreiſes mit einer Geſchwindigkeit, welche er durch den ſenkrechten Fall CB = ½ AB erlangen würde. Die durch dieſen Fall erlangte Geſchwindigkeit würde ihn in eben der Zeit durch den doppelten Raum von CB, oder durch BD gleichförmig führen (§. 200.) Wenn er alſo in B losgelaſſen würde, ſo würde er in eben dieſer Zeit den Raum BD gleichförmig zurücklegen. Man nehme von BD irgend einen kleinen Theil BE, und ziehe durch das Centrum des Kreiſes die gerade Linie EAH, die den Kreis in F ſchneidet. Es ſey ferner $DB^2 : BE^2 = CB : CG$. Wenn wir alſo die Zeit, in welcher der Körper mit beſchleunigter Geſchwindigkeit durch CB fällt, durch die Linie BD ausdrücken können, ſo wird BE die Zeit der beſchleunigten Bewegung durch CG ausdrucken, weil die Räume, welche ſchwere Körper beym Fall durchlaufen, den Quadraten der Zeiten proportional ſind. In der Zeit nemlich, in welcher der ſchwere Körper mit beſchleunigter Geſchwindigkeit aus C in B fällt, kann er mit der in B erhaltenen endlichen Geſchwindigkeit bey der gleichförmigen Bewegung 2 CB, das iſt BD, durchlaufen. Die Zeit, in der er BD gleichförmig durchläuft, iſt zu der durch BE, wie BD zu BE. Weil ſich nun die Quadrate dieſer Zeiten verhalten wie die Räume, welche ſchwere Körper herabfallen, ſo iſt $BD^2 : BE^2 = CB : CG$. Es würde alſo der Raum CG mit der beym Fall beſchleunigten, und BE mit der gleichförmigen Geſchwindigkeit, die der Körper in der Kreisbewegung hat, in gleicher Zeit beſchrieben werden. Wenn ferner der Körper in B von der Centripetalkraft losgelaſſen würde, ſo würde er in E mit gleichförmiger Geſchwindigkeit

digkeit in eben der Zeit ankommen, als der Punkt B der Circumferenz in F anlangt, weil wir BE für den Bogen BF gleichgeltend nehmen können, indem BE unendlich klein angenommen wird. Wir können alſo ſagen, daß der Körper eine Fliehkraft habe, um von dem Puncte B durch den Raum FE in der Zeit zu gehn, in der er mit der Geſchwindigkeit ſeiner Kreisbewegung durch den Raum BE gleichförmig gehen würde, d. h. in der Zeit, in der er beym Fall durch CG mit beſchleunigter Geſchwindigkeit gehen würde. Wenn alſo erwieſen iſt, daß die Räume EF und CG gleich ſind, ſo wird auch erwieſen ſeyn, daß die Fliehkraft, oder das Beſtreben des Körpers in der Kreisbewegung vom Faden mit beſchleunigter Bewegung fortzugehen, dem Beſtreben deſſelben zum Sinken, das er durch ſeine Schwere hat, gleich ſey; weil dies Beſtreben der beſchleunigten Bewegung dann gleich iſt, wenn durch dieſe in gleichen Zeiten gleiche Räume zurückgelegt werden. Daß aber $CG = FE$ ſey, wird auf folgende Art bewieſen: Es iſt $HE : EB = EB : EF$, oder $HF : FB = FB : FE$ und $BF = EB$, weil BE klein genug angenommen wird. Alſo iſt $HE^2 : EB^2 = HE : EF$, oder $HE^2 : HE = EB^2 : EF$. Da wir den Bogen BF klein genug annehmen, ſo können wir auch $HE = HF$ ſetzen. Nehmen wir nun den vierten Theil der erſten Glieder der Proportion, wodurch das Verhältniß nicht verändert wird, ſo iſt $\frac{HE^2}{4} : \frac{HE}{4} = EB^2 : EF$, oder $\frac{HE^2}{4} = AF^2$, und $\frac{HE}{4}$ oder $\frac{HF}{4} = BC$; es iſt alſo $AF^2 : BE^2 = BC : EF$; da nun $AF^2 = BD^2$, ſo iſt $BD^2 : BE^2 = BC : EF$. Es war aber nach der Conſtruction $BD^2 : BE^2 = BC : CG$; es iſt alſo $BC : CG = BC : EF$, und alſo $EF = CG$.

Huygens de vi centrifuga, in ſeinen operib. poſth. S. 118. *Muſchenbroek* §. 736.

Es läßt ſich hieraus erklären, warum aus einem mit Waſſer gefüllten offenen Gefäße, wenn es vermittelſt eines Stricks im verticalen Kreiſe mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit umhergeſchwungen wird, nichts herauslaufe, wenn gleich das Gefäß, wenn es in das Zenith ſeines Kreislaufs gekommen iſt, mit ſeiner Oeffnung ſenkrecht auf dem Horizont ſtehet.

Ferner läßt ſich hieraus beweiſen, daß ein Körper auf dem Aequator der Erde 17 mal geſchwinder bewegt werden müſſe, als die Erde um ihre Achſe, wenn er eine Fliehkraft erhalten ſoll, die der Schwere gleich iſt. Denn nach dem eben vorgetragenen Satze müßte

die

die Geſchwindigkeit der Umdrehung der Erde ſo groß ſeyn, als die zu der Fallhöhe aus dem halben Erdhalbmeſſer $\left(\frac{R}{2}\right)$ der Erde gehörige Geſchwindigkeit, wenn die Fliehkraft der Schwere gleich ſeyn ſollte. Die zu dieſer Höhe gehörige Geſchwindigkeit aber iſt (§. 203.) $250\sqrt{\frac{R}{2}} = 125\sqrt{2R}$. Nach Piccards Meſſung iſt der Erdhalbmeſſer 19615791 pariſ. Fuß = 20302343 rheinl. Fuß. Da wir für R Tauſendtheilchen des rheinl. Fußes nehmen müſſen, ſo finden wir für $125\sqrt{2R} = 25188250$, oder die zu der Fallhöhe aus dem halben Erdhalbmeſſer gehörige Geſchwindigkeit iſt ſo groß, daß der darin begriffene Körper 25188250 Tauſendtheilchen des rheinländiſchen Fußes in jeder Secunde gleichförmig durchlaufen würde. Bey der Umdrehung der Erde um ihre Achſe hingegen durchläuft jeder Punct auf dem Aequator in einer Secunde 1426,5 pariſ. Fuß = 1476,427 rheinl. Fuß, oder 1476427 Tauſendtheilchen des rheinl. Fußes, folglich iſt die Geſchwindigkeit, die zur Fallhöhe aus dem halben Radius der Erde gehört, zur Geſchwindigkeit der Umdrehung der Erde, wie 25188250 : 1476427, oder faſt wie 17 : 1.

6) Die ſchönſte und erhabenſte Anwendung der Lehre von der Centralbewegung und Schwere iſt die auf unſer Planetenſyſtem. Die Uebereinſtimmung derſelben mit den Phänomenen des letztern gewährte die völligſte Ueberzeugung von der Richtigkeit und Wahrheit der Copernikaniſchen Weltordnung. Die Sonne ſteht im Centro unſeres Planetenſyſtems; um ſie bewegen ſich die Hauptplaneten, mit ihren Trabanten oder Monden. Kepler entdeckte nun, was die nachfolgenden Beobachtungen ſtets beſtätigt haben, 1) daß die Planeten nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen um die Sonne laufen, in deren einem Brennpuncte die Sonne ſteht; 2) daß die Planeten mit dem aus der Sonne nach ihnen gezogenen Radius Vector Flächenräume durchlaufen, die den Zeiten proportinal ſind, (ſ. oben S. 66. n. 1.) *) und 3) daß die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten ſich verhalten, wie die Würfel der mittlern Entfernung von der Sonne **).

Die

*) *Io. Kepleri* Aſtronomia nova αἰτιολογητος, ſ. phyſica caeleſtis tradita commentariis de motibus ſtellae Martis. Prag. 1609. Fol.

**) *Io. Kepleri* epitome aſtronomiae copernicanae, Lincii 1618. 8. Harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. Fol.

Die Beobachtungen lehren ferner, daß die Nebenplaneten oder Monde um ihre Hauptplaneten dieſelbigen Geſetze befolgen, als die letztern um die Sonne; und endlich, daß ſogar die Cometen in ihren ſehr länglichen elliptiſchen Bahnen dieſen Geſetzen unterworfen ſind. Newton machte die erhabene Anwendung der Geſetze der Schwere auf die Bewegung der Himmelskörper. Er bewies, was die Vergleichung der Beobachtungen mit der Theorie völlig beſtätigt, 1) daß die Planeten in ihren Bahnen durch eine Kraft zurückgehalten werden, die bey den Hauptplaneten gegen die Sonne, bey den Nebenplaneten gegen den Hauptplaneten gerichtet iſt, um den ſie ſich bewegen; 2) daß dieſe Centripetalkraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen von der Sonne ſey, oder von dem Hauptplaneten, wenn von Nebenplaneten die Rede iſt; 3) daß auch dies von den Cometen gelte, die in ſehr länglichen Ellipſen ſich um die Sonne bewegen, und 4) daß die Kraft, die alle und jede Planeten und Cometen um die Sonne, und die, welche die Trabanten um ihre Hauptplaneten treibt, eine und dieſelbige ſey. Er bewies, 5) daß die Kraft, die die Planeten in ihren Bahnen erhält, wie die Schwere, eine gleichförmig beſchleunigende Kraft ſey, und zeigte zuerſt an dem Monde, daß die Kraft, die ihn in ſeiner Bahn um die Erde erhält, die Schwerkraft gegen die Erde ſey. Es ſey (Fig. 14.) A der Mond, der um die Erde C getrieben wird, und der um dieſelbe eine Centralbewegung hat. Die Centrifugalkraft ſucht ihn beſtändig von ſeiner Bahn AGFE abzulenken, und die Centripetalkraft gegen C hält ihn ſtetig darin zurück. Der mittlere Abſtand CA, oder der Halbmeſſer der Mondsbahn beträgt etwa 60 Erdhalbmeſſer, wovon wir jeden nach Piccard auf 19615791 pariſ. Fuß ſetzen wollen. Die Umlaufszeit des Mondes um die Erde iſt nahe 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten, oder 39343 Minuten. Er durchläuft alſo in 1 Minute einen Bogen Ab (Fig. 11.), der $\frac{360}{39343}$ Grade, oder nahe 33″ beträgt. Man weiß das Verhältniß der Centripetalkraft Aa zum Radius AC, wenn man das Verhältniß des Queerſinus Aa des Bogens Ab von 33″ zum Radius hat. Dies letztere iſt = 12798 : 1000000000000. Dies iſt alſo das Verhältniß der Centripetalkraft, die den Mond binnen einer Minute von der geradlinigten Bahn ſeiner Tangente ablenkt, zum Halbmeſſer ſeiner Bahn. Da nun der Mond etwa 60 Erdhalbmeſſer, oder 1176947460 pariſ. Fuß von dem Mittelpuncte der Erde abſteht, ſo iſt Aa, oder die Kraft, mit welcher der Mond gegen den Mittelpunct der Erde binnen 1 Minute zu ſtrebt $= \frac{12798 \cdot 1176947460}{1000000000000} = 15{,}052$ pariſ. Fuß; und folglich eben ſo viel, als ob ein ſchwerer Körper in A binnen 1 Minute mit einer Beſchleunigung von

15,052

15,052 Fuß fiele. Wenn ſich nun die Schwerkraft umgekehrt verhält, wie das Quadrat der Entfernungen, ſo muß die Schwerkraft des Mondes gegen die Erde, da er 60 Erdhalbmeſſer vom Centro der Erde abſteht, 60^2 mal geringer, oder $\frac{1}{3600}$ der Beſchleunigung der Schwere an der Oberfläche ſeyn; und weil ſich die von ſchweren Körpern beym Fall durchlaufenen Räume verhalten, wie die Quadrate der Zeiten; ſo muß $1 : 60^2 = 15,052 : x$, die Wirkung der Schwere auf der Oberfläche der Erde binnen 1 Minute ſeyn. x oder $60^2 . 15,052$ F. kömmt auch mit der aus andern Erfahrungen gefundenen Beſchleunigung der Schwere an der Erdfläche ſo ziemlich und wenigſtens ſo überein, als man es in ſolchen Fällen nur erwarten kann, zumal das angeführte Maaß des Halbmeſſers der Mondsbahn wirklich größer iſt, als wir es hier angenommen haben, und der Mond nicht mit ſeiner ganzen Centripetalkraft gegen die Erde wirkt, ſondern ein Theil davon durch die Wirkung gegen die Sonne aufgehoben wird. Es iſt alſo die Gravitation unſerer ſchweren Körper zu der Gravitation des Mondes gegen die Erde, wie $60^2 : 1$, oder wie das Quadrat der mittlern Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde, zum Quadrat der Entfernung der Körper auf der Fläche der Erde von ihrem Mittelpuncte.

Hieraus zog nun Newton den Schluß: 1) daß die Centripetalkraft des Mondes eben ſo gegen die Erde wirke, als die irdiſche Schwerkraft, 2) daß ſie mit dieſer einerley ſey, und 3) daß die Schwere im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen ſtehe. Er machte weitere Anwendungen für die Planeten und ihre Trabanten, und ſtützte darauf das Syſtem der allgemeinen Schwere oder Gravitation, das ſeinen Namen unſterblich gemacht hat, 4) daß die Kraft, die alle Planeten, ſo wohl die Hauptplaneten, als die Nebenplaneten, und dann auch die Cometen in ihren Bahnen erhält, einerley ſey mit der Schwere, und nach denſelbigen Geſetzen wirke, als dieſe auf der Erde; und daß alle Planeten und Cometen gegen die Sonne, die Nebenplaneten aber gegen ihre Hauptplaneten und gegen die Sonne, nach eben denſelbigen Geſetzen gravitirten oder ſchwer wären, oder angezogen würden, als die irdiſchen Körper gegen die Erde.

Iſaac Newton philoſophiae naturalis principia mathematica, Londini 1687. 4.

La Lande aſtronomie, §. 999.

7) Newton blieb hierbey nicht ſtehen, ſondern machte von ſeinen ſchönen Entdeckungen noch weitere, ſehr ſinnreiche Anwendungen zur Beſtimmung der beſchleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten, des Verhältniſſes der ſchweren Maſſe derſelben, und der Dichtig-

tigkeit dieſer Maſſe; wovon ich hier nur kurz die Reſultate anführen will.

Die Schwere (g) auf der Oberfläche eines Hauptplaneten verhält ſich wie die Schwere (G) ſeines Trabanten gegen ihn, multiplicirt durch das Quadrat des mittlern Abſtandes (D) dieſes Trabanten, und dividirt durch das Quadrat des Halbmeſſers (R) des Hauptplaneten; oder wie der Würfel des mittlern Abſtandes des Trabanten dividirt durch das Quadrat ſeiner Umlaufszeit (T) und das Quadrat des Halbmeſſers des Hauptplaneten. Es iſt alſo

$$g = \frac{GD^2}{R^2} \text{ oder } g = \frac{D^3}{T^2\,R^2}.$$

Die Sonne kann hierbey für einen Hauptplaneten; die Hauptplaneten aber können für ihre Trabanten gehalten werden.

Muſchenbroek §. 743. *Van Swinden* I. S. 154. §. 420.

8) Die ſchweren Maſſen der Planeten (P, p) verhalten ſich wie die Würfel der mittlern Entfernungen (D, d) von ihren Trabanten, dividirt durch die Quadrate der Umlaufszeiten dieſer Trabanten, oder

$$P : p = \frac{D^3}{T^2} : \frac{d^3}{t^2}.$$

9) Aus der Anwendung dieſes Satzes (8) auf den vorigen (7) folgt dann auch, daß die Schwere auf der Oberfläche eines Planeten ſich verhalte, wie die ſchwere Maſſe deſſelben, dividirt durch das Quadrat ſeines Halbmeſſers, oder

$$g = \frac{P}{R^2}.$$

10) Endlich die Dichtigkeit ($\triangle$) der ſchweren Maſſe eines Hauptplaneten verhält ſich wie der Würfel der mittlern Entfernung ſeines Trabanten, dividirt durch das Quadrat der Umlaufszeit dieſes Trabanten, und den Würfel des Halbmeſſers des Planeten (R); oder kürzer, ſie verhält ſich, wie die Schwere auf der Oberfläche des Planeten, dividirt durch ſeinen Halbmeſſer.

$$\triangle = \frac{D^3}{T^2 . R}; \text{ oder } \triangle = \frac{g}{R}.$$

La Lande aſtronomie. §. 1018. 1022.

11) Außer den angeführten Bewegungen der Planeten und Cometen um ihre Sonne, und der Trabanten um ihren Hauptplaneten, ſind noch als Folgen der allgemeinen Gravitation anerkannt und erwieſen: 1) die Ebbe und Fluth, wovon, als einem irdiſchen Phänomen, die weitere Erklärung noch vorkommen wird, 2) die Ungleichheit des Mondslaufs, 3) das Vorrücken der Nachtgleichen, 4) das Wanken der Erdachſe, 5) die Perturbationen des Laufs der Planeten,

6)

6) der ungleiche Lauf der Cometen, 7) das Abnehmen der Schiefe der Ecliptik, 8) die Bewegung der Apſidenlinien aller Planeten, 9) die Bewegung aller Knotenlinien, 10) die Ungleichheiten des Laufs der Jupitersmonden, und 11) die Rotation des Ringes vom Saturn; deren nähere Beſtimmung und Erklärung für die Aſtronomie gehört. So iſt alſo der Nutzen der Kenntniß des allgemeinen Geſetzes der Gravitation von dem ausgebreitetſten Umfange, und im Grunde die Baſis der neuern Aſtronomie.

La Lande aſtronomie §. 999.

12) Durch die Umdrehung der Planeten um ihre Achſe erhalten die Theile ihrer Maſſe eine Fliehkraft, deren Richtung auf der Achſe der Umdrehung ſenkrecht iſt, die daher unter dem Aequator am größeſten ſeyn, gegen die Pole zu abnehmen, und in dieſen endlich ganz verſchwinden muß. Dieſe Fliehkraft verhält ſich unter dem Aequator der Erde zur Schwere daſelbſt, wie 1 : 289.

Es ſey (Fig. 41.) Bb ein Bogen, der unter dem Aequator binnen einer Zeit-Secunde durchlaufen wird, und welcher 15 Secunden beträgt. Der Halbmeſſer des Aequators TB, der nach Bouguer 19681717,3 pariſ. Fuß beträgt, verhält ſich zu Cb, oder der Fliehkraft, wie der Radius von 1000000000000 zum Querſinus des Bogens von 15 Secunden, der binnen einer Zeitſecunde durchlaufen wird, oder zu 2644. Cb beträgt alſo $\frac{19681717,3 . 2644}{1000000000000}$ Fuß = 0,052038 . . Fuß oder 7,496 Linien. Der Raum bd hingegen, der durch die Schwere binnen 1 Secunde unter dem Aequator duchlaufen wird, iſt nach der Berechnung von §. 254. aus der Pendullänge unter dem Aequator (§. 251.), 2167,414 Linien. Folglich verhält ſich die Fliehkraft zur Schwere unter dem Aequator, wie 7,496 Linien : 2167,414 Lin. oder, wie 1 : 289.

Nach einer allgemeiner Regel beſtimmt man die Fiehkraft unter dem Aeguator eines Planeten nach folgender Formel. Die Fliehkraft (z) verhält ſich zur Schwere (g) daſelbſt, wie der Cubus des Halbmeſſers (R) des Planeten mit dem Quadrat der Umlaufszeit (T) ſeines Trabanten multiplicirt zu dem Cubus der mittlern Entfernung des Trabanten (D) mit dem Quadrat der Umdrehungszeit (τ) des Planeten um ſeine Achſe, oder $z : g = R^3 . T^2 : D^3 . \tau^2$

Van Swinden I. S. 157. §. 431.

13) Dieſe Fliehkraft vermindert die Schwerkraft, und zwar am mehreſten unter dem Aequator, weil ſie hier der Richtung der Schwere gerade entgegengeſetzt iſt; weniger in grö-

größern Breiten nach den Polen zu, weil ſie hier ſchief der Schwerkraft entgegen wirkt, und alſo nur ein Theil von ihr der letztern direct entgegen iſt. Dieſer Theil iſt deſto kleiner, je mehr der Sinus des Complements der Breite kleiner iſt, als der Sinus totus. Ueberhaupt iſt die Verminderung, welche die Schwerkraft an verſchiedenen Orten von der Fliehkraft erleidet, zu der, die ſie unter dem Aequator erfährt, wie das Quadrat des Coſinus der Breite des Orts zum Quadrat des Halbmeſſers der Erde.

La Lande aſtron. §. 459. Vergl. mit §. 251. 2.

14) Weil die Erde eine ſphäroidiſche Geſtalt hat, und an den Polen abgeplattet iſt, ſo wird ein ſchwerer Körper unter dem Aequator, auch noch aus dieſer Urſach, unabhängig von der Fliehkraft, wegen der größern Entfernung vom Mittelpunct der Erde, eine geringere Beſchleunigung haben, als gegen die Pole zu (6). Die Länge des einfachen Secundenpenduls wird daher, auch nach der Berichtigung wegen der Fliehkraft, unter dem Aequator kleiner ſeyn, als in den größern Breiten nach den Polen zu (§. 252.). Dennoch können auch noch andere Urſachen dazu beytragen.

Stoß ſchwerer Körper.

§. 261. Wenn ein ſchwerer Körper auf einer horizontalen Tafel liegt, und darauf bey ſeiner Bewegung die Friction nicht in Anſchlag gebracht wird, oder, wenn er an einem Faden aufgehängt iſt, ſo wird Kraft nöthig ſeyn, ihn in Bewegung zu ſetzen; das heißt, die zu ſeiner Bewegung angewandte Kraft wird eine Vermindung erleiden, und er wird Widerſtand leiſten, um aus Ruhe in Bewegung zu kommen, nicht wegen ſeiner Trägheit, wie man ſich gewöhnlich die Sache vorſtellt, ſondern, weil er von der Richtungslinie der Schwere ſtetig abgelenkt werden ſoll, wie bey der Wurfbewegung. Wir müſſen hier nun noch die Geſetze, welche die ſolchergeſtalt durch den Stoß bewegten Körper befolgen, näher betrachten. Dieſe Geſetze werden durch beſondere Eigenſchaften der Körper, je nachdem ſie entweder rigide,

gide, oder federhart, oder weich ſind, modificirt. Nun giebt es zwar in der Natur keine bloß rigiden Körper, die nicht zugleich auch Federkraft (§. 124.) hätten, und die Geſetze des Stoßes der erſtern können daher nur unvollkommen durch Erfahrung beſtätigt werden; wir können uns aber doch hier bey der allgemeinen Betrachtung der Körper jene Eigenſchaften als abgeſondert vorſtellen, um ſo allgemein mögliche Fälle zu erhalten, nach denen die wirklichen beſtimmt werden.

§. 262. Der Stoß findet ſtatt auf eine dreyfache Art: 1) zwiſchen einem ſich bewegenden und einem ruhenden Körper; 2) zwiſchen zwey Körpern, die ſich nach einerley Richtung bewegen, der nachfolgende aber mit größerer Geſchwindigkeit, als der erſtere vorangehende; und 3) zwiſchen zweyen Körpern, die ſich nach entgegengeſetzter Richtung bewegen.

§. 263. Da die Größe der Bewegung eines widerſtehenden Körpers nicht allein von der Maſſe, ſondern auch von der Geſchwindigkeit deſſelben abhängt (§. 112.); ſo muß auch bey der Mittheilung der Bewegung durch den Stoß auf beide Rückſicht genommen werden; und ferner auch darauf, ob der Stoß gerade oder ſchief (§. 97. 99.) geſchiehet. Wir betrachten hier nur den erſtern.

§. 264. Beym geraden Stoß vollkommen rigider Körper finden folgende Geſetze ſtatt, die ſich aus dem Vorhergehenden leicht erklären laſſen:

1) Wenn ein vollkommen harter unelaſtiſcher Körper auf einen andern vollkommen harten unelaſtiſchen,

ſchen, welcher feſt und unbeweglich iſt, ſtößt, ſo ruhen beide nach dem Stoße.

2) Iſt der ruhende auch beweglich, ſo vertheilt ſich die Geſchwindigkeit des bewegten unter beide nach dem Verhältniß ihrer ſchweren Maſſen, oder Gewichte, oder: die Geſchwindigkeit beider nach dem Stoße iſt gleich der Größe der Bewegung des ſtoßenden Körpers durch die Summe der ſchweren Maſſen, oder der Gewichte dividirt.

Wenn wir die Gewichte oder die ſchweren Maſſen P, p, die Geſchwindigkeit vor dem Stoß C, c, und nach dem Stoß z nennen wollen, ſo iſt $z = \frac{C.P}{P + p}$.

3) Wenn ſich beide Körper nach einerley Richtung bewegen, ſo können ſie nur dann auf einander wirken, wenn ſich der vorangehende mit geringerer Geſchwindigkeit bewegt. Dann wird nach dem Stoße die Geſchwindigkeit des anſtoßenden kleiner, und die des geſtoßenen größer werden müſſen, und die Geſchwindigkeit beider wird gleich ſeyn der Summe der Größen der Bewegungen dividirt durch die Summe der ſchweren Maſſen oder Gewichte.

Es iſt dieſemnach $z = \frac{CP + cp}{P + p}$.

4) Wenn ſich beide Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, ſo müſſen ſie nach dem Stoße ruhen, wenn die Größen ihrer Bewegung gleich waren; d. h. wenn entweder die Geſchwindigkeit bey gleichen ſchweren Maſſen gleich war, oder die Producte der ſchweren Maſſen durch die Geſchwindigkeiten bey beiden gleich waren.

5) Sind aber bey dieſer entgegengeſetzten Richtung die Größen der Bewegung in beiden ungleich; ſo

ſo gehen beide Körper nach dem Stoß in der Richtung desjenigen Körpers fort, der die größere Bewegung hatte, und zwar muß die Geſchwindigkeit beider dann gleich ſeyn der Differenz der Größen der Bewegung beider Körper, dividirt durch die Summe der ſchweren Maſſen oder Gewichte.

Es iſt alſo $z = \frac{CP - cp}{P + p}$.

Beſtätigung durch Verſuche mit Thonkugeln, die an der Luft mäßig getrocknet worden ſind.

Um dieſe Verſuche mit Sicherheit und Bequemlichkeit anſtellen zu können, hat man eigne Vorrichtungen, die unter dem Namen der Percuſſionsmaſchinen oder der Stoßmaſchine des Mariotte bekannt ſind. (De la percuſſion ou choc des corps, in den *Oeuvres de Mariotte*, à la Haye 1740. T. I.) S'Graveſande (Phyſices elem. mathemat. L. I. c. 23.) und Nollet (Leçons de phyſique T. I. Leç. 4. Sect. 3.) haben ſolche Maſchinen umſtändlich beſchrieben.

Wenn man die ſich ſtoßenden Kugeln in Bogen, wie Pendul, fallen läßt, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten an der unterſten Stelle nur dann nahe wie die Bogen ſelbſt, wenn dieſe ſehr klein ſind; bey größern Bogen hingegen kann man die Geſchwindigkeiten keinesweges durch die Bogen ſelbſt meſſen, ſondern jene verhalten ſich wie die Quadratwurzeln aus den ſenkrechten Fallhöhen (§.196. 3.)

Zur Entwickelung der Theorie dieſer Geſetze des centralen Stoßes harter oder rigider Körper müſſen wir auf die Geſetze der reinen Bewegungslehre zurückgehen.

1) Geſetzt, der geſtoßene Körper iſt nach dem 2. Fall ruhend und beweglich, ſo wird der ſtoßende auf den ruhenden als auf einen Widerſtand wirken, und von ſeiner Größe der Bewegung ſo viel verlieren müſſen, als der Widerſtand des ruhenden beträgt. Er wird alſo genau den Theil ſeiner Kraft verlieren, der erforderlich iſt, den ruhenden nach dem Stoße mit der Geſchwindigkeit zu bewegen, mit dem er ſelbſt nach dem Stoße noch ſeine Bewegung fortſetzt. Es iſt nemlich klar, daß dieſelbige Kraft, die die einfache widerſtehende Maſſe mit der einfachen Geſchwindigkeit bewegt, die doppelte Maſſe mit der halben Geſchwindigkeit, die dreyfache Maſſe mit dem dritten Theile dieſer einfachen Geſchwindigkeit bewegen werde, und überhaupt mit ei-

einer Geſchwindigkeit, die der zu bewegenden Maſſe umgekehrt proportional iſt. Bey dem Zuſammentreffen der ſtoßenden Maſſe und der ruhenden geſtoßenen, machen nun beide zuſammen eine vergrößerte widerſtehende Maſſe aus, die nicht mehr von der vorigen Kraft mit derſelbigen Geſchwindigkeit bewegt werden kann. Nun iſt beym Zuſammentreffen keine andere Kraft da, als die der ſtoßenden Maſſe inhärirt, folglich wird die Geſchwindigkeit der ſtoßenden Maſſe vor dem Stoße zur gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit beider Maſſen nach dem Stoße ſich verhalten, umgekehrt, wie die Summe der Maſſen zu der ſtoßenden Maſſe. Wenn alſo die ſtoßende Maſſe P, die ruhende p, und die Geſchwindigkeit der ſtoßenden C heißt, ſo iſt $z : C = P : P + p$, folglich $z = \frac{PC}{P+p}$, wie nach (2)

Iſt $P = p$, ſo wird $z = \frac{1}{2} C$.

Wenn man die einzelnen beweglichen Maſſen mit der gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit nach dem Stoße oder mit z multiplicirt, ſo wird die Größe der Bewegung beider zuſammen, ſo ſeyn, wie die Größe der Bewegung vor dem Stoße war, alſo ungeändert. Denn $z . P + z . p = \frac{PC}{P+p} . P + \frac{PC}{P+p} . p = PC$.

II) Iſt die ruhende Maſſe unbeweglich, ſo iſt ſie als unendlich groß gegen die ſtoßende anzuſehen, und die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße wird als unendlich klein verſchwinden; ſie werden alſo beide nach dem Stoße ruhen (1).

III) Wenn die Maſſe p nicht ruhend, ſondern auch in Bewegung iſt, und zwar mit einer Geſchwindigkeit C, in einerley Richtung, als P, ſo kann natürlicherweiſe kein Stoß geſchehen, wenn $c = C$; welcher nur geſchehen kann, wenn p mit der kleinern Geſchwindigkeit c vorangeht, und P mit der größern Geſchwindigkeit C nachfolgt. P kann aber in dieſem Falle nicht mit ſeinem ganzen C, ſondern nur mit dem Ueberſchuſſe ſeiner Geſchwindigkeit, oder mit $C - c$ wirken. Zu der gemeinſchaftlichen Größe der Bewegung, die beide Maſſen haben, wird alſo noch der Ueberſchuß der Größe der Bewegung $[(C - c) P]$ der größern hinzukommen, und unter beide Maſſen gleichförmig vertheilt werden. Es iſt alſo nach dem Stoße

$$z = \frac{(C-c) P + Pc + pc}{P + p} = \frac{PC - Pc + Pc + pc}{P + p} =$$

$= \frac{PC + pc}{P + p}$; wie angegeben iſt (3).

Die Geſchwindigkeit, welche p gewinnt, iſt $= \frac{CP + cp}{P + p} - c = \frac{CP - cP}{P + p}$, und die Geſchwindigkeit, welche P verliert, iſt $= C - \frac{CP + cp}{P + p} = \frac{Cp - cp}{P + p}$.

Die Größe der Bewegung beider nach dem Stoß iſt wie die Summe der einzelnen Größen der Bewegung vor dem Stoß. Denn $zP + zp = \frac{PC + pc}{P + p} P + \frac{PC + pc}{P + p} p = PC + pc$.

IV) Wenn beide bewegliche Körper in entgegengeſetzter Richtung mit gleichen Kräften, d. i. mit gleicher Größe der Bewegung aneinander ſtoßen, wenn nemlich $PC = pc$, oder $P : p = c : C$, ſo kann keine Bewegung erfolgen, ſondern beide Bewegungen müſſen nach dem Geſetz des §. 87. ſich wechſelſeitig aufheben. (4.)

V) Wenn aber bey dieſer entgegengeſetzten Richtung PC und pc ungleich ſind, ſo muß das Geſetz des §. 88. eintreten. Es ſey nemlich $PC > pc$, ſo wird es einen gewiſſen Theil x der Geſchwindigkeit C geben, der mit P multiplicirt, eine Größe der Bewegung $Px = pc$ macht. Beide werden ſich gegen einander aufheben, und alſo Ruhe hervorbringen, wenn die Körper mit den Kräften Px und pc gegen einander direct ſtießen. Es iſt nun noch ein Theil d von der Geſchwindigkeit übrig, oder $d = C - x$, der die Größe der Bewegung Pd hervorbringt, die ſich dann unter die beweglichen Maſſen P und p vertheilt und ſie in Bewegung nach der Richtung von C verſetzt. Die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoß oder z iſt alſo $= \frac{Pd}{P + p}$. Weil nun $Px = pc$, ſo iſt auch $P : p = c : x$, und alſo $x = \frac{pc}{P}$. Da nun $d = C - x$, ſo iſt auch $d = C - \frac{pc}{P} = \frac{PC - pc}{P}$. Wenn wir nun dieſen Werth von d in der erſten Formel dafür ſubſtituiren, ſo iſt $z = \frac{PPC - Ppc}{PP + Pp} = \frac{PC - pc}{P + p}$. (5)

Die Größe der Bewegung nach dem Stoß iſt $= PC - pc$, wie man leicht finden wird, und alſo gleich der Differenz der Größen der Bewegung vor dem Stoß.

Wenn man aber die Größen der Bewegung nach einerley Richtung, nemlich nach der Richtung der größern Kraft, nimmt, ſo iſt die ſchwächere in Anſehung dieſer ſtärkern negativ; und dann iſt die Größe der Bewegung vor und nach dem Stoße für gleich zu achten.

§. 265. Beym geraden Stoße **federharter** oder ſogenannter **elaſtiſcher** Körper kömmt noch in Betracht, daß von einer äußern auf ſie wirkenden Kraft ihre Theile zuſammengedrückt werden, aber auch mit eben der Kraft zugleich zurückwirken, und alſo dadurch Veränderungen in der Bewegung hervorbringen. Aus den Kräften des Stoßes und der Zurückwirkung federharter Körper (deren Federkraft wir hier gleich ſtark annehmen) entſpringen folgende Geſetze:

1) Wenn ein elaſtiſcher Körper an einen andern gleich elaſtiſchen ruhenden und unbeweglichen anſtößt, ſo ſpringt er mit ſeiner ganzen Geſchwindigkeit zurück.

2) Wenn der ruhende Körper beweglich iſt und von gleichem Gewicht, ſo bekömmt er die ganze Geſchwindigkeit des ſtoßenden, und dieſer ruhet dagegen.

3) Wenn hingegen der ruhende bewegliche Körper von ungleichem Gewicht iſt mit dem bewegten, ſo iſt die neue Geſchwindigkeit des anſtoßenden zur vorigen, wie die Differenz der Gewichte zu ihrer Summe, und die Geſchwindigkeit des angeſtoßenen, wie das doppelte Gewicht des anſtoßenden zn beiden Gewichten.

4) Wenn ſich zwey elaſtiſche Körper von gleichem Gewichte nach einerley Richtungen bewegen, und zwar wie §. 141. Nr. 3., ſo werden ſie beide nach dem Stoße zwar nach einerley Richtung zu gehen

hen fortfahren, aber mit verwechſelten Geſchwindigkeiten.

5) Wenn ſich beide Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, und die Größe ihrer Bewegung iſt gleich groß, ſo werden ſie mit eben der Geſchwindigkeit von einander zurückſpringen, mit der ſie gegen einander liefen.

6) Iſt aber bey dieſem Falle die Geſchwindigkeit ungleich, das Gewicht aber gleich, ſo verwechſeln ſie nach dem Stoß ihre Geſchwindigkeiten beym Zurückſpringen.

Beſtätigung durch Verſuche mit elfenbeinernen Kugeln.

1) Zur Entwickelung der Theorie wollen wir erſt den Fall (2) ſetzen. Der ſtoßende Körper würde dem ruhenden die Hälfte ſeiner Geſchwindigkeit ertheilen, wenn ſie beide bloß hart und von gleichem Gewicht wären, wie vorhin erwieſen iſt. Da ſie beide elaſtiſch ſind, ſo erleiden ſie einen Eindruck, der in dem geſtoßenen demjenigen Theile der Größe der Bewegung oder der Gewalt des ſtoßenden proportional war, den dieſer zur Ueberwältigung des ruhenden anwenden mußte. Dies war die Hälfte der Größe ſeiner Bewegung, oder ſeiner Geſchwindigkeit, weil wir gleiche Gewichte oder ſchwere Maſſen annehmen. Nach Vollendung des Stoßes ſtellt ſich nun dieſer Eindruck wieder her, und zwar mit eben der Kraft, mit der er veranlaßt wurde. Da aber der ſtoßende in der Richtung widerſteht, in welcher ſich der Eindruck des geſtoßenen wieder herſtellen will, ſo verliert dadurch der ſtoßende noch die andere Hälfte der Geſchwindigkeit, die er übrig behalten würde, wenn beide Körper bloß hart wären, und wird alſo ruhend; oder der ſtoßende verliert doppelt ſo viel Größe der Bewegung, als er verlohren haben würde, wenn beide Körper bloß hart geweſen wären. Der ſtoßende erleidet auch einen Eindruck, der dem Widerſtande des geſtoßenen und alſo dem Eindrucke proportional war, welchen dieſer erlitt, alſo auch gleich der Hälfte der Gewalt, mit der er den ruhenden bewegte. Mit eben dieſer Gewalt ſtellt ſich der Eindruck wieder her, und ertheilt dadurch dem ruhenden noch einmal ſo viel Geſchwindigkeit. Der ruhende erlangt alſo doppelt ſoviel Größe der Bewegung, als er erlangt haben würde,

de, wenn beide Körper bloß hart, aber nicht elaſtiſch geweſen wären.

II) Hieraus können wir nun allgemeinere Beſtimmungen feſtſetzen. Es heiße das Gewicht des ſtoßenden elaſtiſchen Körpers P, ſeine Geſchwindigkeit C, das Gewicht des elaſtiſchen ruhenden p. Die Geſchwindigkeit des ſtoßenden nach dem Stoß, oder Z würde $\frac{PC}{P + p}$ seyn, wenn beide Körper nicht federhart wären (§. 264. 2); die Größe ſeiner Bewegung wäre dann $\frac{PPC}{P + p}$. Wenn wir nun dieſe von der Größe der Bewegung vor dem Stoße, oder von $PC = \frac{PC}{P + p} P + \frac{pC}{P + p} P$ (§. 264. Anm.) abziehen, ſo bleibt $\frac{PpC}{P + p}$, als die Größe der Bewegung, die er durch den Widerſtand des ruhenden verlohr. Da er aber, weil er und der ruhende elaſtiſch iſt, durch die Reaction, wie vorhin gezeigt wurde (I), doppelt ſo viel Größe der Bewegung verliert, ſo iſt die verlohrne Größe der Bewegung $\frac{2 PpC}{P + p}$. Wenn wir nun dieſe von der Größe der Bewegung vor dem Stoße $PC = \frac{PPC}{P + p} + \frac{PpC}{P + p}$ abziehen, ſo bleibt $\frac{PPC - PpC}{P + p}$, als die Größe der Bewegung des ſtoßenden elaſtiſchen Körpers nach dem Stoß, und es iſt ſeine Geſchwindigkeit oder $Z = \frac{PC - pC}{P + p} = \frac{(P - p) C}{P + p}$. Es verhält ſich alſo $Z : C = P - p : P + p$; oder die Geſchwindigkeit des ſtoßenden nach dem Stoße iſt zur Geſchwindigkeit deſſelben vor dem Stoße wie die Differenz der Maſſen zu ihrer Summe. (3).

Die Geſchwindigkeit des ruhenden p nach dem Stoße wäre auch $= \frac{PC}{P + p}$, wenn beide Körper unelaſtiſch und bloß hart wären; und ſeine Größe der Bewegung $\frac{pPC}{p + p}$ (§. 264. Anm.); da er aber elaſtiſch iſt, ſo wird durch die Reaction die Größe der Bewegung deſſelben nach dem Stoß $= \frac{2pPc}{P + p}$ und folglich die Geſchwin-

ſchwindigkeit $z = \frac{2PC}{P+p}$. Es iſt alſo $z : C = 2P : P + p$; oder die Geſchwindigkeit des geſtoßenen iſt zur Geſchwindigkeit des ſtoßenden, wie das doppelte Gewicht des ſtoßenden, zur Summe der Gewichte beider (3).

III) Iſt $P = p$, ſo iſt Z oder $\frac{PC - pC}{P+p} = 0$, und z oder $\frac{2PC}{P+p} = C$, oder der ſtoßende ruhet nach dem Stoß, und der geſtoßene bekömmt die ganze Geſchwindigkeit des ſtoßenden. (2).

IV) Wenn $P > p$, ſo iſt $Z = \frac{PC - pC}{P+p}$ eine poſitive Größe; wenn aber $P < p$, ſo wird Z negativ; z oder $\frac{2PC}{P+p}$ iſt aber immer poſitiv. Wenn alſo der ſtoßende weniger Gewicht hat als der ruhende, ſo ſpringt er nach dem Stoß vom letztern mit der Geſchwindigkeit Z zurück; der geſtoßene aber wird nach der Richtung des ſtoßenden bewegt.

V) Wenn die Maſſe des ruhenden p feſt und unbeweglich iſt, ſo iſt ſie gegen den ſtoßenden P als unendlich groß anzuſehen; in dieſem Falle verwandelt ſich die Geſchwindigkeit Z des ſtoßenden nach dem Stoße oder $\frac{PC - pc}{P+p}$ in $\frac{PC - \infty C}{p + \infty} = -C$, oder der ſtoßende wird mit derſelben Geſchwindigkeit reflectirt, mit der er anſtieß (1). Die Geſchwindigkeit der unendlich großen geſtoßenen Maſſe nach dem Stoße wäre $\frac{2PC}{P+\infty}$, oder unendlich klein, oder für nichts zu nehmen.

VI) Wenn p mit der kleinern Geſchwindigkeit c vorangeht, und P folgt mit der größern Geſchwindigkeit C nach, ſo wird der Stoß nur mit $C - c$ geſchehen können (§. 264. Anm. III.). Wenn die Körper nicht elaſtiſch wären, ſo würde p durch den bloßen Stoß allein zur Größe der Bewegung $\frac{Pp(C-c)}{P+p}$ erhalten; wegen der Reaction durch Elaſticität erhält p aber $\frac{2Pp(C-c)}{P+p}$, die zu ſeiner eigenen Größe der Bewegung pc noch hinzukömmt. Daher iſt die ganze Größe der Bewegung von p nach dem Stoße $\frac{2Pp(C-c)}{P+p} + pc =$

$$\frac{2PpC - 2Ppc + Ppc + ppc}{P+p} = \frac{2PpC - Ppc + ppc}{P+p},$$

und

und ſeine Geſchwindigkeit $z = \frac{2PC - Pc + pc}{P + p}$. Der elaſtiſche Körper P verliert von der Größe ſeiner Bewegung $\frac{2Pp(C-c)}{P+p}$ (I. und II.); wenn wir dies von ſeiner Größe der Bewegung vor dem Stoße $PC = \frac{PPC + PpC}{P+p}$ abziehen, ſo bleibt zur Größe der Bewegung nach dem Stoße $\frac{PPC + PpC - 2PpC + 2Ppc}{P+p}$ $= \frac{PPC - PpC + 2Ppc}{P+p}$. Dieſes ſtoßenden P Geſchwindigkeit Z aber iſt $\frac{PC - pC + 2pc}{P+p} = \frac{(P-p)C + 2pc}{P+p}$. Wenn nun $(P = p)$ iſt (4), ſo wird in den angeführten Formeln, die den Werth von Z und z ausdrucken, $P + p = 2P$, $P - p = 0$; daher wird die erſte Formel von z verwandelt in C, und die von Z in c, das heißt, die gleichen Gewichte verwechſeln nach dem Stoß ihre reſpectiven Geſchwindigkeiten (4).

VII) Wenn P und p in entgegengeſetzter Richtung mit der Geſchwindigkeit C und c aneinander ſtoßen, ſo werden die vorigen Formeln (VI) auch hier ihre Anwendung finden, nur daß c dem C entgegengeſetzt, und alſo in Rückſicht deſſelben negativ genommen werden muß. Die Geſchwindigkeit von p nach dem Stoß oder z verwandelt ſich alſo in $\frac{2PC + Pc - pc}{P+p} = \frac{2PC + (P-p)c}{P+p}$ und zwar nach der Richtung, in welcher P vor dem Stoß bewegt wurde; und die von P oder Z in $\frac{(P-p)C - 2pc}{P+p}$ und zwar in der Richtung von C.

Wenn nun hierbey $PC = pc$, ſo iſt $z = c$ in der Richtung von C, und $Z = - C$, oder die Körper ſpringen mit eben der Geſchwindigkeit zurück, mit der ſie anſtießen (5).

Wenn $P = p$, ſo iſt $z = C$ in der Richtung von C und $Z = - c$, ſie verwechſeln folglich nach dem Stoß ihre Geſchwindigkeiten in entgegengeſetzter Richtung (6).

Wenn $(P - p)\ C = 2pc$, ſo wird, wie die Formel leicht giebt, $Z = 0$, folglich P bleibt nach dem Stoß in Ruhe, und z wird $C + c$, in der Richtung von C, oder ſpringt mit der Geſchwindigkeit $C + c$ zurück.

Wenn

Wenn endlich $(P-p)\,C > 2\,pc$, ſo bleibt, wie man leicht ſieht, Z poſitiv, oder der Körper P geht mit der Geſchwindigkeit Z in der Richtung ſeiner vorigen Geſchwindigkeit C fort.

In allen Fällen bey dem Stoß elaſtiſcher Körper bleiben die Summen der reſpectiven Größen der Bewegung vor und nach dem Stoß gleich.

Man ſehe *Car. Scherffer inſtitutiones phyſicae*, P. I. Vindob. 1763. 8. S. 136. ff., dem ich hierbey in den Erklärungen ganz gefolgt bin.

§. 266. Bey weichen Körpern finden dieſelben Geſetze des Stoßes ſtatt, als bey harten Körpern, nur daß ſie zugleich ihre Figur ändern, welches bey harten Körpern der Fall nicht iſt; und daß die Veränderung der Bewegung in eine andere, oder in Ruhe, nicht plötzlich, ſondern erſt nach und nach geſchiehet.

§. 267. Wenn ein Körper einen andern nicht unmittelbar anſtößt, ſondern durch einen oder mehrere andere dazwiſchen liegende Körper von einerley Beſchaffenheit, ſo kann man jeden dazwiſchen liegenden als einen ſtoßenden und geſtoßenen Körper anſehen, und hieraus die erfolgte Wirkung leicht beurtheilen. So pflanzt ſich der Stoß durch eine Reihe gleich elaſtiſcher Kugeln bis zu der äußerſten fort; und läßt man an mehrere dergleichen elaſtiſche Kugeln von einerley Gewicht eine andere von gleichem Gewicht anſtoßen, ſo wird die letzte von allen nach §. 265. Nr. 2. mit der Geſchwindigkeit abſpringen, welche die erſtere hatte, und dieſe wird ruhen; läßt man zwey anſtoßen, ſo werden die zwey letzten abſpringen, u. ſ. w.

§. 268. Wenn ein elaſtiſcher Körper auf einen andern harten unbeweglichen ſenkrecht ſtößt, ſo wird er mit eben der Geſchwindigkeit reflectirt, mit wel-

cher er anſtieß, und zwar, wie leicht einzuſehen iſt, in der entgegengeſetzten Richtung. Eben dies erfolgt, wenn der ruhende unbewegliche Körper elaſtiſch iſt, und ein harter unelaſtiſcher auf ihn ſtößt. Der letztere wird natürlicherweiſe ebenfalls mit gleicher Geſchwindigkeit nach der entgegengeſetzten Richtung zurückgeworfen werden.

Ein Ball ſpringt von der Mauer ab; eine elfenbeinerne Kugel von dem Steine; aber auch eine nicht elaſtiſche Kugel von einer geſpannten Saite.

§. 269. Wenn ein elaſtiſcher Körper auf einen harten ruhenden unbeweglichen, oder auch umgekehrt, ein harter auf einen ruhenden unbeweglichen elaſtiſchen Körper in ſchiefer Richtung aufſtößt, ſo wird er wieder in der entgegengeſetzten ſchiefen Richtung zurückgeworfen, und der Reflexionswinkel iſt dem Einfallswinkel gleich.

Es ſey AB (Fig. 42.) eine harte unbewegliche Fläche, gegen welche ein elaſtiſcher Körper in der ſchiefen Direction CD in D anſtößt. Die Bewegung des anſtoßenden Körpers kann angeſehen werden, als ob ſie aus der Zuſammenſetzung der Kraft CA und CE entſpringe. Da nun jede Wirkung nur nach der Perpendiculärlinie erfolgt (§. 99.), ſo wird, wenn C in D angelangt iſt, nur die Kraft CA = ED wirkſam ſeyn können, und nach der entgegengeſetzten Richtung dieſer Kraft wird der elaſtiſche Körper durch den vollkommenen Widerſtand der Fläche in D einen Eindruck erleiden. Dieſer Eindruck ſtellt ſich mit eben der Gewalt wieder her, womit er veranlaßt wurde, ſo bald der Stoß geſchehen iſt; folglich würde der Körper von D nach E wieder zurückgeſchnellt werden; aber die Kraft CE = DB iſt noch ungeſchwächt, iſt noch nicht verwendet, weil ſie keinen Widerſtand fand, da ſie parallel mit der Fläche ging. Der Körper wird alſo, wenn die Wirkung des Stoßes in D vollendet iſt, wieder durch zwey Kräfte getrieben, nemlich durch DE und DB, und durchläuft alſo die Diagonale DF des Palallelogramms DEFB.

Der Winkel CDE heißt der Einfallswinkel (angulus incidentiae), der Winkel EDF der Zurückprallungs- oder Reflexionswinkel (angulus reflexionis). Beide Win-

Winkel ſind ſich gleich, weil in beiden Dreyecken CED und EDF die Seiten CE und ED den Seiten FE und ED gleich ſind, und der rechte Winkel CED = FED, folglich ſind die Dreyecke gleich, und alſo der Winkel CDE = EDF.

Beyſpiele liefert das Billiard und das Abſpringen der auf das Waſſer ſehr ſchief geworfenen Steine.

§. 270. Wenn ein harter Körper auf einen weichen unbeweglichen ſtößt, ſo drängt der ſtoßende nach ſeiner vorigen Richtung in den weichen ein, ſeine Kraft wird aber immer mehr und mehr durch den Widerſtand der zuſammengedrückten Theile des weichen Körpers vermindert, und der eindringende verliert ſo nach und nach ſeine Kraft.

Gleichgewicht feſter Körper.

§. 271. Eine gerade unbiegſame Linie AB (Fig. 43.), oder cB (Fig. 44.), ohne Schwere, und in einem gewiſſen Puncte ſo unterſtützt, daß ſie ſich zwar um denſelben drehen, ſonſt aber nicht in Bewegung zu kommen vermag, und an der man ſich zwey wirkende Kräfte vorſtellen kann, heißt ein **Hebel** (vectis), und zwar ein **mathematiſcher geradlinigter Hebel**; ſonſt aber, wenn die Linie ſelbſt ſchwer iſt, ein **phyſiſcher Hebel**. Der unterſtützte Punct c heißt der **Ruhepunct**, oder **Bewegungspunct** (centrum motus); das, was ihn unterſtützt, wie f (Fig. 43.), die **Unterlage** (fulcrum, hypomochlium), die auch manchmal zur **Ueberlage** wird (Fig. 44.), oder auch als **Zapfen** anzuſehen iſt. Die **Kräfte** (*potentiae*), die den Hebel in der entgegengeſetzten Richtung zu drehen ſtreben, heißen nach ihrer verſchiedenen Beſtimmung die **Kraft** und die **Laſt** (onus), die man ſich auch als ziehende Gewichte vorſtellen kann.

§. 272.

§. 272. Wenn der Ruhepunct (Fig. 43.) am Hebel zwiſchen den beiden Puncten A und B, an welchen die Gewichte angebracht ſind, oder zwiſchen der Kraft und der Laſt liegt, ſo heißt er ein **Hebel der erſten Art**, oder ein **doppelarmigter Hebel** (vectis heterodromus); wenn aber die Stellen, woran die entgegengeſetzten Kräfte angebracht ſind, beide an einer Seite des Ruhepuncts liegen, wie Fig. 44. und 45.), ſo iſt er ein **Hebel der andern Art**, oder ein **einarmigter Hebel** (vectis homodromus). Beym erſtern gehen die beiden Kräfte nach verſchiedenen Seiten, wenn er ſich bewegt; bey dieſem gehen ſie beide nach einerley Seite. Es ſind vom Hebel der andern Art zweyerley Gattungen, eine, wo die Laſt in der Mitte iſt, zwiſchen dem Ruhepuncte und der Kraft, und eine, wo die Kraft zwiſchen dem Ruhepuncte und der Laſt liegt.

Beyſpiele von phyſiſchen Hebeln der erſten Art geben die gemeinen Hebebäume, der Geisfuß der Maurer, die Krämerwaage, die Schnellwage, Scheeren, Zangen.

Beyſpiele von Hebeln der zweyten Art der erſten Gattung: die Ruder eines Schiffes, ein Schiebkarren; der zweyten Gattung: eine Schaufel, eine Senſe, ein Arm des menſchlichen Körpers, wenn er eine Laſt hebt.

§. 273. Gleiche Gewichte F und D (Fig. 43.), die am doppelarmigten Hebel AB in gleichen Entfernungen vom Ruhepuncte c hängen, erhalten einander im **Gleichgewicht** (§. 87.). Ungleiche Gewichte hingegen in gleichen Entfernungen erhalten einander nicht im Gleichgewicht; das größere zieht das kleinere in die Höhe (§. 88.).

§. 274. Die Unterlage f (Fig. 43.) trägt bey dem doppelarmigten Hebel AB die Summe der Gewichte

wichte D und F, die an beiden Seiten ziehen, und im Gleichgewicht ſtehen. Wenn daher ſtatt der Unterlage eine Kraft der Richtung der Schwere des Ruhepunctes entgegen zöge, ſo würde der Hebel ebenfalls unterſtützt ſeyn, und es würde alles ruhen.

§. 275. Nimmt man in dieſem letzten Falle (§. 274.) das Gewicht D an dem einen Arme des Hebels Ac weg, und befeſtigt dagegen dieſen Punct A, oder giebt ihm eine unbewegliche Ueberlage (Fig. 44.), ſo wird er ein einarmigter Hebel; aber er bleibt doch in Ruhe, obgleich die Kraft F an dem andern Ende B nur halb ſo groß iſt, als die Kraft P, die ihn in der Mitte in der entgegengeſetzten Richtung AK zieht. Die einfache Kraft F hält alſo bey der doppelten Entfernung Bc = 2 Ac der doppelten Kraft P bey der einfachen Entfernung Ac das Gleichgewicht. Auf eine ähnliche Art läßt ſich dies auch am doppelarmigten Hebel beweiſen. Denn man könnte dieſen einarmigten Hebel cAB jenſeits der Ueberlage f um die Hälfte cA verlängern, die Ueberlage wieder zur Unterlage machen, wie Fig. 46. und das doppelte Gewichte P an dem Ende G des verlängerten Arms aufhängen, das nun mit dem vorigen, nach der entgegengeſetzten Richtung in A ziehenden, doppelten Gewicht im Gleichgewicht ſtehen würde. Da dis aber mit dem einfachen F vorher (Fig. 44.) im Gleichgewicht war; ſo muß auch nun beym doppelarmigten Hebel (Fig. 46.) das einfache Gewicht F bey der doppelten Entfernung cB = 2 dem doppelten Gewicht p bey der einfachen Entfernung cG = 1 das Gleichgewicht halten.

Das Geſetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel leitete Carteſius aus dem im folgenden §. 279. angeführten

ten Satze her; Varignon aus der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte (Nouvelle mecanique ou ſtatique, à Paris, 2 Vol. 4.). Ich habe hier den von Hrn. Kästner gegebenen, weit evidentern, Beweis, kurz mitgetheilt. Die weitere Ausführung ſehe man in deſſen Vectis et compoſitionis virium theoria evidentius expoſita. Lipſ. 1753. 4.

§. 276. Das Geſetz des Gleichgewichts der Kräfte am mathematiſchen Hebel jeder Art heißt dieſemnach: **die ſenkrecht am Hebel wirkenden Kräfte ſind im Gleichgewicht, wenn ihr Verhältniß in umgekehrter Ordnung einerley iſt mit dem Verhältniß ihrer Entfernungen vom Ruhepunct; oder: die Kraft iſt vermögend die Laſt zu erhalten, wenn ſie ſich dazu verhält wie die Entfernung der Laſt vom Ruhepunct zu der Entfernung der Kraft von demſelben.**

So iſt alſo Fig. 46. F im Gleichgewicht mit P, wenn F : P = Gc : Bc, und Fig. 44. F im Gleichgewicht mit P, wenn F : P = Ac : Bc.

§. 277. Das Product, welches gefunden wird, wenn man die Laſt oder Kraft, oder überhaupt die Gewichte mit ihrer Entfernung vom Ruhepuncte multiplicirt, heißt das Moment der Laſt oder Kraft. **Kraft und Laſt erhalten einander im Gleichgewicht am Hebel, wenn ihre Momente gleich ſind.** —

Wenn (Fig. 46.) F 2 Pf. und P 4 Pf. beträgt, ſo muß, wenn Gleichgewicht ſtattfinden ſoll, (nach §. 275.) Bc : Gc = 4 : 2 ſeyn. Wenn wir nun dieſe Entfernungen vom Ruhepuncte Bc = 4 und Gc = 2 mit dem in B und G applicirten Gewicht F und P multipliciren, ſo erhalten wir 2 . 4 = 4 . 2, alſo gleiche Momente. Weil nemlich im Zuſtande des Gleichgewichts F : P = Gc : Bc, ſo iſt auch F $\times$ Bc = P $\times$ Gc.

§. 278. **Wenn die Richtungen der Kräfte am Hebel nicht ſenkrecht darauf wirken**, wie wir bisher angenommen haben, ſondern unter einem ſchiefen

Win-

Winkel, ſo iſt die aus dem Ruhepuncte auf die Richtungslinie gezogene Perpendicullinie für die Entfernung der Kräfte vom Ruhepuncte zu halten, und es iſt Gleichgewicht da, wenn die Producte der Kräfte in dieſe Entfernungen, oder wenn die Momente gleich ſind.

Es ſey AcB (Fig. 47.) ein doppelarmigter Hebel, auf den die Kräfte R und P in den ſchiefen Richtungen AR und BP wirken. Hier ſind die auf dieſe Richtungen aus dem Ruhepuncte gezogenen Perpendicul cD und cE für die Entfernungen dieſer Kräfte vom Ruhepuncte zu halten, und es iſt Gleichgewicht da, wenn R : P = Ec : Dc, oder wenn R × Dc = P × Ec. Man kann ſich nemlich vorſtellen, daß das rechtwinkligte Dreyeck cDA um c gedrehet werden könne; in dieſem Falle wird die Kraft R bey D an die Linie AD angebracht, mit dem Momente R × Dc wirken. Da ſie nun das ganze Dreyeck cAD eben ſo ſtark mitdrehet, wenn ſie cD drehet, ſo muß ſie es auch in Anſehung cA thun; folglich iſt das Moment, womit ſie auf cA wirkt, = R × cD. Was von cA, gilt auch von cB.

Wenn alſo an dem einarmigten Hebel cA (Fig. 48) zwey Kräfte R und P an einerley Puncte A angebracht ſind, und unter den ſchiefen Richtungen AR und AP wirken, ſo kann nur dann Gleichgewicht erfolgen, wenn R : P = cP : cR, oder wenn R × cR = P × cP.

Wenn die Kraft S (Fig. 47.) ſenkrecht auf den Hebelsarm cB wirkt, und mit R im Gleichgewichte iſt, ſo iſt S : P = cE : cB, d. i. wie der Sinus des Winkels SBP oder cBE zum Sinus totus. Eine Kraft am Hebel vermag alſo mehr, wenn ſie ſenkrecht, als wenn ſie ſchief wirkt.

§. 279. Die Bogen, durch welche die Aufhängungspuncte der am Hebel im Gleichgewicht ſtehenden Gewichte bewegt werden können, verhalten ſich wie ihre Entfernungen vom Ruhepunct; und es iſt alſo einerley Kraft nöthig ein einfaches Gewicht durch einen doppelten, dreyfachen, u. ſ. w. Raum zu führen, als ein doppeltes, dreyfaches u. ſ. w. Gewicht durch den einfachen Raum; oder die Geſchwin-

ſchwindigkeit des einfachen Gewichts iſt zweymal, dreymal u. ſ. w. größer, als die Geſchwindigkeit des doppelten, dreyfachen u. ſ. w. Gewichts. So viel man alſo durch weitere Entfernung der Kraft vom Ruhepuncte des Hebels an der Kraft erſpart, ſo viel verliert man an der Geſchwindigkeit der Laſt.

Geſetzt, an dem doppelarmigten Hebel AcB (Fig. 49.) ſey in B eine Kraft applicirt, die 4mal weiter vom Ruhepuncte c entfernt iſt, als die Laſt in A von c; ſo wird ſie zwar 4mal kleiner zu ſeyn brauchen, als die Laſt in A, um ihr das Gleichgewicht zu halten; aber ſie wird die Laſt in A nur durch den einfachen Raum Aa heben, während ſie den vierfachen Raum Bb durchläuft. Denn Bb : Aa = cB : cA. Wenn in dem Puncte B das einfache Gewicht, und in dem Puncte A das vierfache Gewicht angebracht wäre, ſo würden ſie im Gleichgewichte ſeyn, weil 4 . cA = 1 . cB. Aber bey der Bewegung des Hebels würde der Raum, den A durchläuft, zu dem, welchen B in eben der Zeit beſchreibt, ſich verhalten wie 1 : 4. Es wären alſo die Producte aus den Gewichten in ihre reſpectiven Geſchwindigkeiten proportional; folglich wäre gleiche Größe der Bewegung da, und alſo Gleichgewicht. Hierauf eben beruhet der Carteſianiſche Satz vom Gleichgewicht der Kräfte am Hebel (§. 275. Anm.).

§. 280. Bey dem phyſiſchen Hebel, welches jeder wirkliche Hebel iſt, kömmt das Gewicht ſeiner Arme ſelbſt in Betracht. Man kann ihn aber leicht auf einen mathematiſchen zurückbringen, wenn das Gewicht ſeiner Arme bekannt iſt, das man nur im Schwerpuncte derſelben vereinigt annehmen, und aus der Entfernung dieſes Schwerpunctes vom Ruhepuncte leicht berechnen kann, wie viel Gewicht am kürzern Arme nöthig ſey, um das Gleichgewicht des Schwerpunctes vom längern Arme zu erhalten.

Beſtätigung durch Verſuche mit Leupolds Univerſalwaage. Auch läßt ſich hieraus leicht erklären, warum bey einem auf einem ſcharfkantigen Tiſche freyliegenden Stock eine ziemliche Laſt an das kurze hervorragende Ende des Stocks gehängt werden kann.

An-

Anwendung der Lehre vom Hebel auf die Bewegungen der Gliedmaßen, und der durch ſie zu überwältigenden Laſten vermittelſt der Muskeln. (Alph. *Borelli* oben (§.219.5.) angeführtes Werk; *Parent* Recheches de Mathematique et Phyſique, à Paris. 1713. T. II. S. 631. ff.; S. 662. ff., und 694. ff. T. III. S. 335. imgleichen Gehlers phyſik. Wörterb. Th. III. S. 295. ff.)

§. 281. Die Geſetze des geradlinigten Hebels laſſen ſich leicht auf den **Winkelhebel** oder **gebrochenen Hebel** (vectis angularis), die **Rolle** oder **Scheibe** (trochlea), den **Flaſchenzug** (polyſpaſtus), das **Rad an der Welle** (axis in peritrochio) anwenden. Die nähere Beſtimmung und weitere Ausführung der Lehre von derſelben gehören aber eigentlich für ein Lehrbuch der angewandten Mathematik.

Bewegung und Gleichgewicht ſchwerer flüſſiger Körper.

§. 282. Die **flüſſigen** Körper ſind zwar den allgemeinen Geſetzen der Schwere unterworfen; allein der eigenthümliche Zuſtand ihres Zuſammenhanges macht beſondere Beſtimmungen nöthig. Wir handeln hier nur die Erſcheinungen ab, welche tropfbare Flüſſigkeiten vermöge ihrer Schwere hervorbringen; da wir die expanſiblen Flüſſigkeiten in der Folge einzeln betrachten.

§. 283. Bey den feſten Körpern läßt ſich wegen der Stärke ihrer Cohäſion ein gemeinſchaftlicher Schwerpunct (§. 211.) annehmen und beweiſen; bey einem flüſſigen Körper kann man dies wegen des ſo äußerſt geringen Zuſammenhanges ſeiner Theile nicht thun, und man muß ihn vielmehr als eine Menge

von kleinen Theilchen anſehen, die wegen ihres geringen Zuſammenhanges unabhängig von einander ihre Schwere äußern, oder wo jedes noch ſo kleine Theilchen ſeinen eigenen Schwerpunct hat.

§. 284. Alle tropfbare flüſſige Körper ſenken ſich daher jederzeit an den niedern Ort, und nehmen, wenn ſie ruhig ſtehen, jedesmal eine ſolche Lage an, daß ihre Oberfläche horizontal iſt.

§. 285. Ein jeder Theil einer tropfbaren gleichartigen Flüſſigkeit wird durch ſein eigenes Gewicht, und durch den Druck aller übrigen Theile an ſeinem Orte erhalten, wenn die höchſte Fläche eben und waagerecht iſt, und es iſt alſo jedes ſchwere Element deſſelben in Ruhe und im Gleichgewicht.

§. 286. Jeder Theil in einer gleichartigen tropfbaren Flüſſigkeit wird von dem darüber und darunter ſtehenden Theile eben ſo ſtark gedrückt, als er ſelbſt dieſen darüber oder darunter ſtehenden Theil drückt.

§. 287. Aus dieſen beiden Sätzen (§. 285. 286.) folgt denn auch, daß irgend ein willkührlich angenommener Theil in einer waagerecht ſtehenden, gleichartigen Flüſſigkeit, wie z. B. der in der Gränze afgd und bec (Fig. 50) enthaltene Theil derſelben, von der darüber und darunter ſtehenden Flüſſigkeit eben ſo ſtark gedrückt werde, als er ſelbſt dieſe darüber und darunter ſtehende Flüſſigkeit drückt. Man ſtelle ſich nun an die Stelle dieſer willkührlich angenommenen Gränze eine feſte unbiegſame Röhre vor, die die Flüſſigkeit zwiſchen afgd und bec einſchließt, ſo wird

dieſe

dieſe Röhre nun nicht ſtärker und nicht ſchwächer auf die darin enthaltene Flüſſigkeit drücken, als vorher die umgebende Flüſſigkeit that, in deren Stelle ſie geſetzt wurde. Die äußere Flüſſigkeit kann wegfallen, ohne daß der Stand der Flüſſigkeit in der Röhre dadurch geändert wird. Dies gilt natürlicherweiſe von allen communicirenden Röhren, ſie mögen gleich oder ungleich weit, gerade oder krumm, und mannigfaltig gegen einander geneigt ſeyn.

§. 288. Es folgt hieraus der allgemeine Satz: **Gleichartige Flüſſigkeiten ſtehen in zuſammenhängenden Röhren von jeder Geſtalt, Lage und Weite der Schenkel, in dieſen Schenkeln gleich hoch**, und ſie ſind nur dann in dieſen Schenkeln im Gleichgewicht und in Ruhe, wenn die Oberflächen der Flüſſigkeit in den Schenkeln in einerley waagerechten Ebene ſtehen.

Dieſen Satz, der ſich aus dem §. 287. angeführten Erfahrungsſatze ſo leicht herleiten läßt, ſuchte man auch durch das Carteſiſche Maaß der Kräfte nach Mariotte auf die im folgenden §. angeführte Weiſe darzuthun. Es findet aber dabey allerdings die Erinnerung ſtatt, daß man dabey willkührlich flüſſige Körper wie feſte behandelt.

Erinnerung wegen des Falles, wo der eine Schenkel der communicirenden Röhre ein Haarröhrchen iſt.

§. 289. Wenn in gleich weiten verbundenen Röhren die Flüſſigkeit auf der einen Seite ſteigen wollte, ſo müßte ſie auf der andern Seite in eben der Zeit eben ſo tief fallen, und die flüſſige Materie würde alſo in beiden Röhren eine gleiche Größe der Bewegung haben, weil Geſchwindigkeit und Maſſe einerley wären. Gleiche Größen der Bewegung heben ſich aber auf, und man ſieht alſo leicht, daß

die Flüſſigkeit den waagerechten Stand annehmen müſſe, wenn die Röhren gleichweit ſind. Aber eben ſo leicht läßt es ſich auch bey zuſammenhängenden Röhren von ungleicher Weite beweiſen, daß Flüſſigkeiten von einerley Art darin nicht eher in Ruhe kommen, bis ſie gleich hoch darin ſtehen. Denn geſetzt, die eine Röhre hätte zehnmal ſo viel Grundfläche als die andere, ſo wird in jener die zehnfache Maſſe in eben der Zeit in den einfachen Raum fallen müſſen, in welcher in dieſer die einfache Maſſe den zehnfachen Raum in die Höhe ſteigt; denn wenn es z. B. in der weitern um einen Zoll fallen ſollte, ſo müßte es in der engern um zehn Zoll ſteigen, und zwar in einerley Zeit; es ſind alſo hier, und in jedem andern Falle Maſſen und Geſchwindigkeiten einander umgekehrt proportional, folglich haben ſie gleiche Größe der Bewegung, und die gleichen Kräfte heben ſich auf. Die Flüſſigkeiten einerley Art müſſen alſo auch in ungleichen Röhren gleich hoch ſtehen, und ſich einander das Gleichgewicht halten.

§. 290. Da alſo weniges Waſſer in einem engern Schenkel der Röhre das Gleichgewicht hält mit vielem Waſſer in dem andern weitern Schenkel, ſo iſt leicht einzuſehen, daß es auch das Gleichgewicht halten wird mit einem jeden andern Körper, der eben ſo viel Gewicht hat, als das in dem weitern Schenkel enthaltene Waſſer.

Wenn in die communicirende Röhre ABCD (Fig. 51.) Waſſer gefüllt wird, ſo wird dies Waſſer nur dann darin ruhig ſtehen, wenn es in beiden Schenkeln gleich hoch iſt, obgleich dieſe Schenkel ungleich weit ſind (§. 288.). Geſetzt, daß es in dem engern Schenkel AB bis ab ſtehe, ſo wird es auch in dem weitern Schenkel CD bis cd in einerley Horizontalebene mit

ab

ab ſtehen müſſen; ſonſt iſt kein Gleichgewicht und keine Ruhe da. Die Waſſerſäule ab hält alſo der, ungleich mehr wiegenden, Waſſerſäule cd das Gleichgewicht, wenn ihre Oberflächen nur in einerley Horizontalebene liegen. Wenn nun in dem cylindriſchen Schenkel CD, ſtatt des Waſſers von der Höhe ce und der Grundfläche ef, ein feſter Körper läge, der an den Wänden des Schenkels eben ſo leicht auf- und abglitſchte, als Waſſer, und doch genau an die Wände anſchlöſſe, ſo iſt leicht einzuſehn, daß, wenn dieſer feſte Körper eben ſo viel wäge, als das Waſſer in dem Raume cdef, er das unterhalb ef liegende Waſſer nicht ſtärker und nicht ſchwächer drücken würde, als vorher das Waſſer in cdef that. Da nun das Waſſer in dem engern Schenkel AB vorher das Gleichgewicht hielt mit dem Waſſer in dem weitern Schenkel CD, und alſo auch mit dem in cdef enthaltenen, ſo wird es auch das Gleichgewicht halten mit dem an die Stelle des Waſſers in cdef geſetzten, und gleichwiegenden, feſten Körper.

Man ſieht leicht, daß dies von jeder Weite des Schenkels CD gelte, und daß alſo ſehr weniges Waſſer in AB mit ſehr vielem in CD, und folglich mit jedem an die Stelle des Waſſers angenommenen und mit demſelben gleichwiegenden Körper das Gleichgewicht halten könne.

§. 291. Wenn der eine Schenkel der Röhre tiefer abgeſchnitten iſt, als der andere, ſo wird das Waſſer aus dem kürzern beſtändig ausfließen, wenn der andere damit höher gefüllt iſt, ſo lange bis die Waſſerflächen in beiden gleich hoch ſtehen. Verſieht man aber den kürzern Schenkel mit einer engen Oeffnung, ſo ſpringt das Waſſer mit Gewalt daraus in die Höhe, wenn die Waſſerfläche in dem längern Schenkel höher ſteht. Wenn das hervorſpringende Waſſer nicht ſelbſt ſchwer wäre, wenn die Luft keinen Widerſtand machte, und kein Reiben dabey ſtattfände, ſo müßte der hervorſpringende Waſſerſtrahl eben ſo hoch ſteigen, als die Waſſerfläche in der weitern Röhre liegt.

Verſuche mit allerley hiernach angelegten kleinen Springbrunnen; und Anwendung auf größere Fontainen.

§. 292. Wenn communicirende Röhren von gleicher oder ungleicher Weite mit einer Flüſſigkeit gefüllt ſind, und es wird der eine Schenkel abgeſchnitten, und die Mündung mit einem Deckel verſchloſſen, ſo erleidet dieſer Deckel von unten her von dem darunter ſtehenden Waſſer einen Druck, der gleich iſt dem Drucke einer Waſſerſäule, welche dieſen Deckel zur Grundfläche, und die Höhe des Waſſers in dem längern Schenkel über dem im kürzern Schenkel zur Höhe hätte. Weniges Waſſer kann ſolchergeſtalt auch einen ſehr großen Druck nach oben zu ausüben.

Es ſey bey einer communicirenden Röhre von ungleich weiten Schenkeln (Fig. 52.) der weitere Schenkel ED in CD abgeſchnitten, und mit einem genau ſchließenden feſten Deckel an der Mündung CD verſehen. Der engere Schenkel AB ſey bis ab mit Waſſer gefüllt. Dies Waſſer würde, nach den vorhergehenden Sätzen, das Gleichgewicht halten mit dem Waſſer, das in dem weitern Schenkel ED bis d reichte, wenn er bis dahin verlängert, und in CD mit keinem Deckel geſchloſſen wäre. Dann würde die Waſſerfläche in CD einen Druck erleiden, der dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich wäre, die CD zur Grundfläche, und Cc oder Dd zur Höhe hätte. So ſtark aber, als die Waſſerſäule cdCD über der Fläche CD abwärts drückte, ſo ſtark mußte das Waſſer unterhalb der Fläche CD aufwärts drücken; denn ſonſt wäre kein Gleichgewicht des Waſſers in dieſem weiten Schenkel mit dem im engen Schenkel, bey gleicher Horizontalfläche abcd. Wird nun in CD ein feſter Deckel angenommen, und reicht das Waſſer im engern Schenkel bis ab, ſo wird der Deckel auch von unten her einen Druck erleiden, der gleich iſt dem Gewicht einer Waſſerſäule, die CD zur Grundfläche und Cc zur Höhe hat.

Dieſer Schluß gilt, ſo weit auch CD in Vergleichung am engern Schenkel AB angenommen wird, und man ſieht alſo, daß ſehr weniges Waſſer in AB einen ſehr großen Druck in CD nach oben zu ausüben könne.

So leidet auch nach eben dieſen Schlüſſen der obere Theil der Wand ef der communicirenden Röhre (Fig. 52.), die bis ab mit Waſſer gefüllt iſt, einen Druck nach oben, der gleich iſt dem Drucke einer Waſſerſäule,

wel-

welcher ek zur Grundfläche, und eb oder kc zur Höhe hat.

Dies iſt auch der Fall von jedem andern unregelmäßig gebildeten Gefäße. Es ſey (Fig. 53.) ABCdek ein ſolches Gefäß im ſenkrechten Durchſchnitt, es ſey bis A mit Waſſer gefüllt, und ganz verſchloſſen. Der Theil cd des Gefäßes wird einen Druck nach oben erleiden, der dem Gewicht der Waſſerſäule gleich iſt, die cd zur Grundfläche und db zur Höhe hat; denn wenn cd offen wäre, und eine Röhre fbcd darüber ſtünde, ſo würde in derſelben das Waſſer bis bf ſtehen, wenn es in A ſo hoch ſtünde, und die Fläche cd würde dadurch ſo ſtark gedrückt werden, als dieſe Waſſerſäule drücken würde, folglich auch eben ſo ſtark entgegen drücken. kg muß einen Druck nach oben zu erleiden, der dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, die kg zur Grundfläche und kl oder gf zur Höhe hat. Endlich die geneigte Wand Ak leidet einen Druck nach oben, der gleich iſt dem Gewichte einer Waſſerſäule, die hk zur Grundfläche und ½ kl zur Höhe hat.

Hierauf gründet ſich auch

1) S'Graveſande's *follis hydroſtaticus* (Elem. phyſ. mathemat. L. II. c. 2. Exp. 5. §. 729. *Muſchenbroek* introd. ad philoſ. nat. T. II. §. 1283.

2) Wolfs anatomiſcher Heber (Nützliche Verſuche Th. I. Cap. 3. §. 58.)

§. 293. Es leidet wol keinen Zweifel, daß der Druck einer tropfbaren Flüſſigkeit gegen den Boden zunehmen müſſe, wenn die Höhe derſelben in einem Gefäße zunimmt; und eben ſo iſt auch klar, daß, wenn die Grundfläche des Gefäßes vergrößert wird, bey derſelbigen Höhe um ſo mehr Waſſer in das Gefäß geht, als die Vergrößerung der Grundfläche beträgt, folglich der Druck gegen den Boden ebenfalls auch zunimmt, wie die Grundfläche. Aus beiden folgt alſo: **daß der Druck der tropfbaren flüſſigen Körper in einem zuſammengeſetzten Verhältniß ihrer ſenkrechten Höhen und Grundflächen ſey.**

§. 294. Auch in einem unregelmäßig gebildeten Gefäße drückt eine tropfbare Flüſſigkeit gegen den

den ſo ſtark, als das Gewicht einer ſenkrechten Waſſerſäule drücken würde, die den Boden zur Grundfläche, und die perpendiculäre Höhe der Flüſſigkeit im Gefäße zur Höhe hätte.

Wenn das Gefäß ABCdcgk (Fig. 53.) mit Waſſer bis A gefüllt iſt, ſo leidet der Boden BC einen Druck, der dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich iſt, die BC zur Grundfläche, und AB, oder bC zur Höhe hat. Der Theil deſſelben Cm zum Beyſpiel, leidet einen Druck, als wenn eine Waſſerſäule fbmC über ihm ſtünde. Denn cd wird nach oben zu ſo ſtark gedrückt, als das Gewicht der Waſſerſäule fbcd beträgt, wie aus dem vorigen §. 292 bekannt iſt. Da aber der Theil der Wand cd feſt genug angenommen wird, um dieſem aufwärts gerichteten Drucke völlig zu widerſtehen, ſo muß er auf das unter ihm befindliche Waſſer eben ſo ſtark zurückwirken, und zu dem Drucke der Waſſerſäule cdmC gegen mC zu muß alſo noch ein Druck kommen, der dem Widerſtande von der Wand cd, oder dem Drucke einer Waſſerſäule gleich iſt, die cd zur Grundfläche und db zur Höhe hat; folglich muß mC überhaupt einen Druck erleiden, der dem Gewichte der Waſſerſäule fbcd + cdmC gleich iſt. So läßt es ſich nun weiter für jeden andern Theil des Bodens BC beweiſen.

Man darf aber hieraus nicht erwarten, daß das mit Waſſer ganz gefüllte Gefäß ABCdcgk auf die Waagſchaal geſetzt, ſie ſo ſtark drücken werde, als ob eine Waſſerſäule darin wäre, die BC zur Grundfläche und AB oder bC zur Höhe hätte, wenn man auf das Gewicht des Gefäßes ſelbſt nicht Rückſicht nimmt. Denn, wenn gleich das Waſſer gegen den Boden des Gefäßes eben ſo ſtark ſenkrecht drückt, ſo drückt es doch auch zugleich nach oben zu, gegen cd, kg, und kA ſenkrecht; daher geht von der geſammten bewegenden Kraft des Gefäßes nach unten zu ſo viel ab, als die entgegengeſetzte nach oben zu beträgt.

§. 295. Der Druck des Waſſers auf den Boden eines Gefäßes richtet ſich alſo nicht nach der Waſſermenge im Gefäße, ſondern bloß nach der ſenkrechten Höhe des Waſſers über dem Boden und der Grundfläche deſſelben; und jeder Theil des Bodens leidet den Druck einer Waſſerſäule, deren

Grundfläche dieſer Theil und deren Höhe die ſenkrechte Tiefe dieſes Theils unter der Oberfläche des Waſſers iſt.

§. 296. Wenn man in ein Gefäß, das mit Waſſer gefüllt und oben offen iſt, zur Seite mehrere kleine Oeffnungen über einander macht, ſo ſpringt das Waſſer mit mehr oder weniger Gewalt zur Seite heraus, und zwar um deſto ſtärker, je näher die Oeffnung nach dem Boden zu liegt, oder je höher die darüber ſtehende Waſſerſäule iſt.

§. 297. Wir müſſen aus dieſem Verſuche ſchließen, daß der Druck des Waſſers ſich nicht allein unterwärts nach dem Boden des Gefäßes zu äußere, ſondern auch zur Seite auf die Wände des Gefäßes; und daß dieſer Druck abnehme, wie die Höhe des Waſſers abnimmt. Jeder Punct der Seitenfläche eines mit Waſſer gefüllten Gefäßes leidet einen Druck, der gleich iſt dem Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dieſem Puncte, und deren Höhe der Entfernung dieſes Punctes der Seitenwand in lothrechter Linie von der Oberfläche des Waſſers gleich iſt; oder jeder Theil der Seitenwand leidet einen Druck, wie eine ihm gleiche Fläche, wenn dieſe in derſelben Tiefe horizontal gehalten würde; nur muß dieſer Theil klein genug genommen werden.

Es ſey ein cubiſches Gefäß ABCD (Fig. 54.) mit Waſſer bis AC gefüllt, ſo kann man ſich dieſes Waſſer in lauter gleich hohe, mit dem horizontalen Boden BD parallellaufende Schichten getheilt vorſtellen. Die höher liegenden Schichten preſſen auf die untern mit einer Kraft, die der Summe ihrer Gewichte gleich iſt. So hat die Schicht abcd das Gewichte der Schicht ACab zu tragen; die Schicht cdef hat das Gewicht der

Schicht abcd, aber auch zugleich dadurch das Gewicht der Schicht ACab zu tragen, u. ſ. f. Es iſt nun klar, daß z. B. die Waſſerſchicht cdef von den darüber liegenden Schichten eben ſo gepreßt wird, als ob ein feſter ſchwerer Körper von dem Gewichte der Waſſerſäule ACcd darüber läge, und allenthalben gleichförmig auf die Fläche cd drückte. Da das Waſſer ſo große Verſchiebbarkeit ſeiner Theile hat, und der Boden des Gefäßes widerſtehend angenommen wird, ſo muß ſich ſeine Preſſung, die es von oben her erleidet, nach den Seitenwänden fortpflanzen. Da nun der Druck von oben her zunimmt, je niedriger die Schichten gegen den Boden zu liegen, ſo muß auch dieſer Seitendruck des Waſſers zunehmen. Wenn in km eine communicirende Röhre kmpq angeſetzt wäre, und das Stücke km der Seitenwand wäre weggenommen, ſo würde die Röhre bis an die Horizontalfläche AC auch mit Waſſer angefüllt ſeyn müſſen, damit daſſelbe dem in AC über lm das Gleichgewicht hielte. Würde nun das Stück km der Seitenwand wieder eingeſetzt, ſo würde es von dem umgebenden Waſſer unſtreitig einen Druck erleiden, der dem Druck einer Waſſerſäule gleich wäre, die km zur Grundfläche, und die Höhe von der Mitte zwiſchen k und m bis C hätte. Denn da k höher liegt, als m, ſo muß km entweder unendlich klein, oder es muß die Mitte zwiſchen k und m als der unterſte Punkt der Höhe genommen werden.

§. 298. Dieſer Druck des Waſſers auf die Seitenflächen eines Gefäßes nimmt von oben in arithmetiſcher Progreſſion zu. Iſt ein cubiſches Gefäß mit Waſſer ganz erfüllt, ſo beträgt der Druck des Waſſers gegen eine ganze Seitenfläche des Gefäßes halb ſo viel, als gegen den Boden; und gegen alle vier Flächen noch einmal ſo viel als gegen den Boden.

Es ſey das cubiſche Gefäß ACBD (Fig. 54.) mit Waſſer angefüllt, ſo iſt der Druck gegen den Boden gleich dem Druck einer Waſſerſäule, die BD zur Grundfläche und BA zur Höhe hat (§. 295); der Druck gegen die Seitenwand AB aber iſt gleich dem Drucke einer Waſſerſäule, die AB zur Grundfläche und $\frac{1}{2}$ AB zur Höhe hat (§. 297. Anm.); folglich iſt dieſer Druck gegen AB halb ſo groß, als gegen BD.

§. 299.

§. 299. Auf dieſen Seitendruck der tropfbaren Flüſſigkeiten, und die Zunahme deſſelben, ſo wie die Tiefe gegen den Boden zu zunimmt, gründen ſich eben, die im §. 296. angeführte Erfahrung, und andere Phänomene.

1) Segners hydrauliſche Maſchine, die durch den Seitendruck des Waſſers in Bewegung geſetzt wird. (S. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. IV. S. 8. ff.)

2) In eine oben offene Glasröhre, an deren untere Oeffnung eine mit einer Flüſſigkeit gefüllte Blaſe gebunden iſt, ſteigt dieſe Flüſſigkeit in die Höhe, wenn die Blaſe und Röhre in Waſſer getaucht werden, und ſteigt deſto höher, je tiefer ſie getaucht werden.

3) Eine leere verſtopfte, dünne gläſerne Flaſche, mit platten Seitenflächen, zerbricht durch den Seitendruck des Waſſers, wenn man ſie tief in daſſelbe taucht.

§. 300. Aus allen bisher vorgetragenen Sätzen folgt nun, daß eine tropfbare Flüſſigkeit unterhalb ihrer Fläche nach allen möglichen Richtungen drücke, nach oben (§. 292.), nach unten (§. 294.) und zur Seite (§. 297.).

§. 301. Wenn eine Flüſſigkeit ſchwererer Art auf eine andere Flüſſigkeit leichterer Art (mit der ſie ſich nicht chemiſch verbindet, oder von der ſie nicht aufgelöſt wird,) gegoſſen wird, ſo iſt kein Zweifel, daß ſie die untere nicht aus ihrer Stelle verdrängen wird, oder daß dieſe, ehe alles in Ruhe gekommen iſt, nicht in dem obern Theile des Gefäßes von der ſchwerern hinaufgedrückt würde. Allein

Allein wenn man eine ſchwerere flüſſige Materie auf eine andere leichtere ſo gießen könnte, daß beider Oberflächen vollkommen waagerecht blieben, ſo iſt kein Grund vorhanden, warum die ſchwerere nach unten zu gehen ſollte. Denn ſie würde in allen Puncten gleich ſtark drücken, und die untere leichtere Flüſſigkeit könnte alſo in keinem Puncte nach oben zu ausweichen, und auch nicht nach den übrigen Seiten zu wegen des Gefäßes.

§. 302. Wenn man aber den ſchwerern flüſſigen Körper zu dem leichtern ſchüttet, ſo kann dis nie in der Art geſchehen, daß die Oberflächen horizontal bleiben, und wegen des ſtärkern Drucks der ſchwerern Säulen der ſchwerern Flüſſigkeit muß der leichtere zur Seite empor gehoben werden, und ſich über den ſchwerern ergießen, und es kommt nicht eher Ruhe und Gleichgewicht der Theile, bis der leichtere nach oben zu ſteht, und jede Flüſſigkeit eine horizontale Fläche erhalten hat.

§. 303. So ſteigen alſo leichtere Flüſſigkeiten durch ſchwerere (von denen ſie nicht, oder nicht gleich aufgelöſt werden) in die Höhe, und ſtellen ſich endlich nach ihrem verſchiedenen eigenthümlichen Gewicht ſo über einander, daß jeder eine horizontale Oberfläche hat.

Beyſpiele: an der ſogenannten Elementarwelt aus Queckſilber, der Aufloͤſung des Gewaͤchsalkali im Waſſer, Weingeiſte und Steinoͤhl; an dem Paſſevin, oder der ſcheinbaren Verwandlung des Waſſers in Wein.

§. 304. Wenn zuſammenhängende Röhren mit Flüſſigkeiten von verſchiedener Art und verſchiedenem eigenthümlichen Gewicht angefüllt werden, ſo wird

die

die ſchwerere Säule, die bey gleichem Umfang mehr Gewicht hat, ſtärker drücken, als die andere. Wenn ſie aber im Gleichgewicht gegen einander ſeyn ſollen, ſo müſſen ihre Gewichte gleich groß ſeyn. Es wird alſo die flüſſige Materie leichterer Art ſo vielmal höher ſtehen, als die von ſchwererer Art, ſo vielmaſſ die letztere die erſtere an ſpecifiſchem Gewichte übertrifft: oder, **der ſenkrechte Druck der Flüſſigkeiten von verſchiedenem eigenthümlichen Gewicht gegen einander, iſt im Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Gewichte, und ſie ſtehen in zuſammenhängenden Röhren im Gleichgewicht, wenn ihre Höhen ſich umgekehrt wie ihre ſpecifiſchen Gewichte verhalten.**

Beſtätigung durch Verſuche in zuſammenhängenden Röhren mit Queckſilber und Waſſer.

§. 305. Eben dis erfolgt, wenn auch die Röhren nicht gleich weit ſind. — Man kann alſo leicht die Höhen zweyer flüſſigen Körper von verſchiedenem eigenthümlichen Gewichte, die ſie in zuſammenhängenden Röhren haben, beſtimmen, wenn man nur das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte weiß; und ſo kann man auch aus der Höhe einer Flüſſigkeit gegen das Waſſer den Unterſchied des eigenthümlichen Gewichts oder der Dichtigkeit zwiſchen beiden finden. Wegen des verſchiedenen Cohärirens der Flüſſigkeiten mit den Gefäßen iſt indeſſen dieſe Beſtimmungsart nicht genau und ſcharf genug.

Ein Werkzeug zur Beſtimmung der eigenthümlichen Gewichte verſchiedener Flüſſigkeiten gegen einander, nach dieſen Grundſätzen, hat Hr. Achard angegeben. (Vorleſ. über die Experimentalphyſ. Th. I. S. 164.)

§. 306.

§. 306. Ein feſter Körper ſchwererer Art ſinkt in einem flüſſigen leichterer Art unter. Denn wir können uns vorſtellen, daß die Flüſſigkeit aus lauter neben einander befindlichen Waſſerſäulen beſtehe, die dann im Gleichgewicht gegen einander ſind, wenn ihre Oberflächen in einerley Horizontalebene liegen. Wird nun ein ſchwerer feſter Körper darauf gelegt, ſo nimmt natürlicherweiſe der Druck der unter ihm befindlichen Waſſerſäulen durch ſein eigen Gewicht zu, und die Waſſerſäulen zur Seite müſſen in die Höhe ſteigen, um das Gleichgewicht hervorzubringen, und ſie müſſen höher ſteigen, als die Horizontalebene des feſten ſchweren Körpers beträgt (nach §. 304.); da aber der Druck des Waſſers auch ſeitwärts ſtattfindet, ſo fließen dieſe höher geſtiegene Waſſerſäulen zur Seite über den tiefer liegenden feſten Körper her, dadurch wird das Gleichgewicht natürlicherweiſe immer wieder aufgehoben, und der feſte ſchwerere Körper ſinkt bis auf den Boden des Gefäßes hinab, und dann ſetzt ſich erſt das Waſſer ins Gleichgewicht oder nimmt eine horizontale Oberfläche an.

§. 307. Wenn der ſchwerere feſte Körper in den leichtern flüſſigen eingetaucht wird, ſo ſinkt er darin nicht mit ſeiner ganzen Kraft der Schwere. Denn an dem Orte, worin er jetzt eingetaucht iſt, war vorher ſo viel Waſſer, als in den Raum des feſten Körpers geht, und das ganze Gewicht dieſes Waſſers wurde von der übrigen Flüſſigkeit getragen (§. 285.). Es wird alſo auch durch den Gegendruck der Flüſſigkeit von dem abſoluten Gewichte oder von der Größe des Druckes des ſchwerern feſten Körpers ſo viel aufgehoben und gewiſſermaßen vernichtet, als

das

das abſolute Gewicht oder die Größe des Druckes eines eben ſo großen Waſſerklumpens beträgt, und er ſinkt daher nicht mit ſeiner ganzen Kraft oder ſeinem ganzen Gewicht, ſondern nur mit dem Theil, welcher übrig bleibt, wenn man von ſeinem abſoluten Gewichte das abſolute Gewicht eines eben ſo großen Waſſerklumpens abzieht. Dieſen übrigbleibenden Theil ſeines Druckes nennt man ſein reſpectives Gewicht (pondus reſpectivum).

§. 308. **Ein feſter Körper ſchwererer Art ſinkt daher in einem flüſſigen leichterer Art mit ſeinem reſpectiven Gewicht (§. 307.) zu Boden, und verliert, wenn er darin verſenkt wird, ſo viel von ſeinem abſoluten Gewichte, als der flüſſige Körper wiegt, der ſeinen Raum erfüllen würde, und den er aus der Stelle treibt.**

Beſtätigung durch Verſuche: Ein metallner Würfel, der an einem Pferdehaar an einer Waage hängt, wird im Waſſer gewogen, und er braucht ſo viel weniger Gegengewicht, denn vorher in der Luft, um im Gleichgewicht erhalten zu werden, als das Waſſer wiegt, welches mit dem Würfel von gleichem Umfange iſt, oder welches in einen Eimer geht, worin der Würfel genau paßt.

§. 309. Schwere feſte Körper von gleichem Volum verlieren in einerley leichterm flüſſigen Körper gleiche Summen von ihrem abſoluten Gewichte, ihr eigenthümliches Gewicht mag verſchieden oder einerley ſeyn. Ihr reſpectives Gewicht, welches übrig bleibt, iſt aber freylich nach Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte verſchieden.

Beſtätigung durch Verſuche mit einem zinnernen und einem bleyernen Würfel, die jeder einen rheinl. Decimal-Cubik-Zoll groß ſind, und gleichviel in einerley Flüſſigkeit verlieren; aber ungleiches reſpectives Gewicht übrig behalten, mit dem ſie zu ſinken ſtreben.

§. 310.

§. 310. Bey ſchweren feſten Körpern von ungleicher Größe und einerley abſolutem Gewicht verliert der größere Körper mehr, als der kleinere; oder, welches einerley iſt, der, welcher das größere eigenthümliche Gewicht hat, verliert weniger, als der das geringere beſitzt.

Beſtätigung durch Verſuche mit einer elfenbeinernen Kugel, und einer Bleykugel, die beide gleichviel wiegen, aber ungleichviel beym Waſſerwägen verlieren. Die größere elfenbeinerne Kugel verliert mehr, als die kleinere Bleykugel.

§. 311. Einerley feſter Körper verliert in Flüſſigkeiten von verſchiedenem eigenthümlichen Gewichte ungleich viel von ſeinem abſoluten Gewichte; in den dichtern oder ſchwerern mehr, als in den lockerern oder leichtern.

Verſuche mit Salzſoole, Waſſer, Wein, Weingeiſt, u. d. gl. worin einerley feſter Körper ungleich viel verliert.
Anwendung hievon auf Flüſſigkeiten einerley Art, die eine verſchiedene Wärme haben.

§. 312. Ein feſter Körper, welcher mit einer Flüſſigkeit gleiches eigenthümliches Gewichte hat, muß in derſelben nothwendig ſein ganzes Gewicht verlieren, und ſein reſpectives Gewicht (§. 307.) wird alſo = 0 ſeyn. Er wird alſo, in die Flüſſigkeit verſenkt, weder ſinken, noch ſteigen, ſondern ruhig ſchweben.

Verſuche mit einem Ey, das in reinem Waſſer ſinkt, in Salzſoole ſchwimmt, in der Vermiſchung von beiden nach einem richtigen Verhältniß aber ſchwebt.
Verſuche mit den Carteſianiſchen Teufelchen.

§. 313. Die flüſſige Materie, worein ein feſter Körper gehängt wird, nimmt in ihrem Drucke nach unten um ſo viel zu, als der feſte Körper davon verliert

liert, oder als die flüſſige Materie wiegt, die in den Raum geht, welchen der Körper einnimmt.

Verſuch: Ein metallener Würfel von der Größe eines Cubikzolles wird an einem Faden hängend in Waſſer gehalten, das in einem Trinkglaſe auf einer Waagſchaale ſteht, und an der Waage ins Gleichgewicht geſetzt war. Das Gleichgewicht wird geſtört, und das Waſſer drückt nun die Waagſchaale genau um ſo viel ſtärker, als es drücken würde, wenn noch ein Cubikzoll Waſſer hinzu käme. Der Faden hat nur noch das reſpective Gewicht des Würfels zu tragen.

Das Gewicht, was der ſchwerere feſte Körper im Waſſer verliert (§. 308.), geht alſo nicht verlohren, ſondern wird vom Waſſer gewonnen. Es iſt nemlich jetzt eben ſo gut, als ob noch ſo viel Waſſer hinzukäme, als in das Volum des feſten Körpers geht; und die Höhe der Flüſſigkeit nimmt um ſo viel in dem Glaſe zu, als ſie zunehmen würde, wenn noch ein Cubikzoll Waſſer hinzukäme. Mit der Zunahme der Höhe bey gleicher Grundfläche der Flüſſigkeit wächſt aber auch der Druck gegen den Boden.

§. 314. Ein feſter Körper leichterer Art wiegt weniger, als die flüſſige Materie ſchwererer Art, die mit ihm gleichen Raum erfüllt (§. 191.). Es iſt daher ſchlechterdings unmöglich, daß er darin unterſinken ſollte, weil der Klumpen der flüſſigen Materie, den er aus der Stelle treiben müßte, ſtärker drückt, als er ſelbſt, und er muß alſo darauf ſchwimmen. Wird aber der leichtere feſte Körper auf die Oberfläche der flüſſigen Materie gelegt, ſo muß er ſich darin ſo tief eintauchen, bis die Menge der von ihm verdrängten Flüſſigkeit ihm am Gewichte gleich iſt. Denn, wenn man ihn auf die Flüſſigkeit ſetzt, ſo drückt er doch vermöge ſeines eigenen Gewichts auf die unter ihm ſtehende Säule der Flüſſigkeit, und das Gewicht dieſer Säule wird dadurch vermehrt, ſie ſenkt ſich alſo ſo tief ein, bis ſie die Höhe hat, daß ſie mit dem darauf liegenden feſten Kör-

per das Gleichgewicht mit den benachbarten Säulen der Flüſſigkeit hält. Wer ſieht alſo nicht, daß der feſte Körper eintauchen müſſe, und zwar ſo tief, bis das aus der Stelle getriebene Waſſer eben ſo viel wiegt, als der ganze Körper?

§. 315. Ein ſchwererer feſter Körper muß ſich daher in einerley Flüſſigkeit tiefer eintauchen, als ein anderer leichterer. Ferner einerley feſter Körper muß ſich deſto tiefer eintauchen, je leichter die Flüſſigkeit iſt, worin er eingetaucht wird; und feſte Körper, die in leichtern Flüſſigkeiten ſinken, ſchwimmen in ſchwerern.

Beſtätigung durch Verſuche mit gleichen Würfeln von verſchiedenen Holzarten, die alle ſpecifiſch leichter ſind, als Waſſer, aber von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte, die ſich in einerley Waſſer ungleich tief beym Schwimmen eintauchen.

Verſuche mit einem und demſelben Würfel von Holz, der ſich in Weingeiſte tiefer eintaucht, als in Waſſer, in dieſes tiefer als in Salzſoole.

Verſuche mit hohlen Glaskugeln, die mit Bley beſchwert ſind, und in Salzſoole ſchwimmen, aber in Waſſer ſinken, oder in Waſſer ſchwimmen, und in Salzſoole ſinken.

Anwendung davon auf das Schwimmen eines Schiffes in ſüßem Waſſer und im Seewaſſer.

§. 316. Man kann aus dieſem Grunde die eigenthümlichen Gewichte verſchiedener flüſſiger Körper (freylich nicht mit der größten Genauigkeit) gegen einander vergleichen, wenn man einerley leichtern feſten Körper von einer bequemen Geſtalt darin ſchwimmen läßt, und den Unterſchied der Tiefe bemerkt, um welche er ſich eintaucht. Wie ſich verhalten die Umfänge des eingetauchten Theils, ſo verhalten ſich die eigenthümlichen Gewichte der Flüſſigkeiten umgekehrt. Hierauf gründet ſich die Einrichtung

tung der Aräometer (araeometra), oder der ſogenannten Salz-, Waſſer-, Bier- und Brandweinwaagen.

Um z. B. eine Salzſoolenwaage vorzurichten, die durch ihr Eintauchen gleich den Gehalt der Soole an Salz in einer Berliner Kanne angeben ſoll, löſet man erſt ein Loth Kochſalz in deſtillirtem Waſſer auf, und ſetzt noch ſo viel Waſſer zu, bis alles genau eine Kanne iſt. Man läßt den Aräometer darin ſenkrecht ſchwimmen, und merkt genau die Stelle, wo er aus dem Niveau der Flüſſigkeit hervorragte. Man bezeichnet ſie mit 1. Man löſt ferner 2 Loth Kochſalz im deſtillirten Waſſer auf, und ſchüttet ſoviel Waſſer nach, daß das Ganze das Volum einer Kanne hat. Man ſetzt den gehörig abgetrockneten Aräometer wieder hinein, merkt ſich die Stelle, wo er beym ſenkrechten Schwimmen aus der Fläche der Flüſſigkeit hervorragt, und bezeichnet ſie mit 2. und ſo fährt man fort, von Loth zu Loth, bis die Soole geſättigt iſt. Es iſt hierbey wohl zu merken, daß man nie das Salz in einer ſchon abgemeſſenen Kanne Waſſer auflöſen muß; denn dadurch würde das Volum beider nachher mehr betragen, als Eine Kanne.

Da indeſſen die natürlichen Salzſoolen außer dem Kochſalze immer noch andere Salze und Erden enthalten, als Gyps, luftſaure Kalkerde, ſalzſaure Kalk- und Bittererde, die doch auch das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit vermehren; ſo ſieht man leicht, daß die Aräometer nach voriger Art gradirt keinesweges genau den Gehalt der natürlichen Salzſoole an Kochſalz, ſondern immer zu groß angeben.

§. 317. Wenn ein feſter Körper auf einer Flüſſigkeit ſchwimmen ſoll, ſo iſt gerade nicht nöthig, daß alle ſeine Theile ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als die Flüſſigkeit; ſondern es iſt nur nöthig, daß die Materie in dem ganzen Volum des Körpers nicht ſo viel wiegt, als ein gleich großes Volum der Flüſſigkeit. Es können daher ſehr wohl ſchwerere feſte Körper in leichtern Flüſſigkeiten zum Schwimmen gebracht werden, wenn ſie mit andern ungleichartigen verbunden werden, die ſpecifiſch leich-

ter ſind, als die Flüſſigkeit, in dem Maaße, daß der Raum dieſer Verbindung nicht ſo viel wiegt, als ein eben ſo großer Raum, der mit der Flüſſigkeit erfüllt iſt.

Hierauf beruhet das Schwimmen beladener Schiffe, der Menſchen auf Blaſen, auf Schwimmgürteln, Binſen u. d. gl., der Mechaniſmus des Aufſteigens und Niederſinkens der Fiſche im Waſſer; die Art Schiffe in ſeichte Häfen zu buxiren; das Emporkommen der Leichname Ertrunkener, das Schwimmen metallener und gläſerner Kugeln, der Bouteillen, der Pontons, u. d. gl.

Von dieſem bisher erwähnten Schwimmen der feſten Körper auf ſpecifiſch-ſchwerern Flüſſigkeiten, dem *Innatare fluido*, oder dem franzöſiſchen *Flotter*, iſt das *Natare* und *Nager*, oder das Schwimmen, wie der Menſchen und Thiere auf Waſſer durch Hülfe eigener Bewegungen zu unterſcheiden. Dieſe letztere Art des Schwimmens beruhet auf dem Widerſtande, welchen die Theile der Flüſſigkeit bey ihrem Verrücken aus der Stelle, entgegenſetzen; und ſo ſchwimmen die Vögel in der ſpecifiſch leichtern Luft dadurch, daß ſie mit ihren Flügeln die Lufttheilchen ſchneller ſchlagen, als dieſe auszuweichen im Stande ſind. Eben darauf beruht der Mechaniſmus des Schwimmens der Menſchen und vierfüßigen Thiere im Waſſer. Daß die letzteren leichter ſchwimmen, als Menſchen, hat vorzüglich in der Stellung ihres Kopfs und dem Ligamento Nuchae ſeinen Grund, wodurch ſie nicht genöthigt werden, einen Theil ihrer Muſcularkraft dahin zu verwenden, wohin ihn der Menſch verwenden muß, nemlich den Kopf aus dem Waſſer bey der horizontalen Lage des Körpers hervorragend zu machen. — Uebrigens läßt ſich leicht beweiſen, daß der ſtärkſte Mann in ſeinen Armen nicht die Muskelkraft beſitze, die nöthig wäre, um Flügel von der hinreichenden Geſchwindigkeit zu ſchwingen, um damit in der Luft fliegen zu können.

Der Körper der Menſchen iſt gewöhnlich ſpecifiſch ſchwerer, als Waſſer. Nach Muſchenbroek (introd. ad philoſ. nat. T. II. §. 1399.) iſt ſein eigenthümliches Gewicht gegen das des Waſſers wie 1,111 zu 1,000; oder ein gleiches Volum Waſſer wiegt $\frac{1}{9}$ weniger, als der Körper des Menſchen. Beym Mechaniſmus des Schwimmens nun hat der Menſch nicht ſein ganzes abſolutes Gewicht im Waſſer empor zu halten, ſondern nur ſein reſpectives Gewicht, oder dieſen Ueberſchuß ſeines abſoluten Gewichts über das abſolute Gewicht eines ſo großen

ſen Waſſervolums, als er aus der Stelle drängt, addirt zu dem Gewichte des Theils von ihm, der noch hervorragt.

Da ſich beym Hineintreten ins Waſſer die Lage des Schwerpuncts des Körpers nach oben in den Theil des Körpers erhebt, der noch hervorragt, ſo wird dadurch die Gefahr des Umſchlagens im Waſſer gar ſehr vermehrt, wenn man nur bis an den Leib oder bis an die Bruſt im Waſſer geht. Auf dieſen Umſtand müßte beym Baden in der That ſehr Rückſicht genommen werden; und Perſonen, die nicht ſchwimmen können, müßten ſich nur an ſeichten Stellen ſitzend oder liegend baden. Man leſe hierüber einen Aufſatz des Hr. Hofr. Ebell im Neuen hannöveriſchen Magazin 1792. St. 82.

Beyſpiele von Menſchen, die meiſt eben ſo ſchwer, als Waſſer, und er iſt noch leichter, als daſſelbe waren, ſehe man bey Robertſon (in den Philoſoph. Tranſact. Vol. L. S. 30.). Das Beyſpiel von Paolo Moccia, der zwar 300 neapolitaniſche Pfunde wog, aber doch noch 30 Pf. leichter war, als ein eben ſo großes Volum von Waſſer, erzählt Karſten (Lehrbegriff der geſammten Mathemat. Th. III. Hydroſtat. §. 31.)

§. 318. Die Kräfte, mit welchen gleich große feſte Körper von ſchwererer Art in einer ſpecifiſch leichtern Flüſſigkeit zu Boden ſinken, verhalten ſich wie ihre reſpectiven Gewichte (§. 307.); und die Kräfte, mit welchen verſchiedene ſpecifiſch leichtere feſte Körper von gleichem Umfange in einer ſpecifiſch ſchwerern Flüſſigkeit emporſteigen, verhalten ſich wie die Differenzen des Gewichts der feſten Körper und der flüſſigen Materie, die aus der Stelle getrieben wird. Das Aufſteigen und das Niederſinken geſchiehet mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit.

Es gründet ſich hierauf auch die Berechnung der Ladung, die ein Schiff tragen kann, wenn es ſich bis zu einer gewiſſen Tiefe eintauchen ſoll. (M. ſ. Gehlers phyſik. Wörterb. Th. III. S. 938.).

§. 319. Die ſchönſte Anwendung finden die bisher vorgetragenen Sätze von dem Drucke der tropfbaren

baren flüſſigen Körper auf feſte in ihnen eingetauchte, (§. 307. ff..) an dem darauf ſich gründenden Verfahren, das eigenthümliche Gewicht feſter und flüſſiger Körper unter einander zu vergleichen. Das vorzüglichſte Werkzeug hiezu iſt die hydroſtatiſche Waage, die ſich eigentlich von einer gewöhnlichen Waage nur durch ihre größere Empfindlichkeit auszeichnet, ſonſt aber zu der Abſicht, feſte oder flüſſige Körper damit in flüſſiger Materie abzuwägen, eine eigenthümliche bequemere Einrichtung haben muß.

§. 320. Zur Vergleichung des eigenthümlichen Gewichts mehrerer Körper unter einander muß man das eigenthümliche Gewicht irgend eines Körpers zur Einheit annehmen. Man wählt dazu am bequemſten reines deſtillirtes Regen- oder Schneewaſſer, deſſen Temperatur man aber nothwendig, ſo wie der andern zu unterſuchenden Körper, beſtimmen muß, weil ſich die Dichtigkeit der Körper, wie im Folgenden weiter dargethan wird, nach der verſchiedenen Temperatur ſehr verändert.

Nöthige Erinnerungen, wegen des Aufhängens der feſten Körper an die hydroſtatiſche Waage. Man wählt dazu Pferdehaar, deſſen eigenthümliches Gewicht von dem des Waſſers nicht ſehr verſchieden iſt.

§. 321. Um das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes verſchiedener flüſſiger Körper gegen reines Waſſer zu finden, wiegt man einen feſten Körper (einen ſolchen, der von den Flüſſigkeiten nicht angegriffen oder aufgelöſt wird, am beſten eine maſſive Glaskugel,) erſt in der Luft ab, verſenkt ihn dann in das Waſſer, merkt genau den Verluſt, welchen er von ſeinem abſoluten Gewicht erleidet, trocknet ihn dann wieder gehörig ab,

und beſtimmt mit gleicher Sorgfalt den Verluſt, welchen er in den andern zu unterſuchenden Flüſſigkeiten erleidet. Das Gewichte, was ein und eben derſelbe feſte Körper in einer jeden andern flüſſigen Materie verliert, durch das dividirt, was er im Waſſer verliert, giebt das eigenthümliche Gewicht der flüſſigen Materie gegen das zur Einheit angenommene eigenthümliche Gewicht des reinen Waſſers.

Man findet nemlich durch dies Verfahren das abſolute Gewicht der verſchiedenen Flüſſigkeiten und des reinen Waſſers, bey gleichem Volum, nemlich bey dem Volum des eingetauchten feſten Körpers; oder der Verluſt deſſelben von ſeinem abſoluten Gewichte in den Flüſſigkeiten iſt das Gewicht dieſer Flüſſigkeiten bey ſeinem Volum (§. 308.). Die ſpecifiſchen Gewichte dieſer Flüſſigkeiten verhalten ſich folglich wie dieſe abſoluten Gewichte, oder, wie der Verluſt des feſten Körpers in denſelben.

§. 322. So kann man auch dadurch finden, wie groß das abſolute Gewicht eines gewiſſen gegebenen Volum einer Flüſſigkeit ſey, wenn man einen ſchweren feſten Körper von dieſem gegebenen Volum (oder deſſen Volum man weiß) in der Flüſſigkeit abwiegt, und den Verluſt deſſelben darin merkt. Denn der feſte Körper verliert ſo viel von ſeinem abſoluten Gewicht, als die Flüſſigkeit wiegt, die mit ihm einerley Raum erfüllt (§. 308).

Nach wiederholten Verſuchen, die ich mit dem ſel. Hrn. Hofr. Karſten angeſtellt habe, wiegt ein rheinländiſcher Decimalcubikzoll reines deſtillirtes Waſſer bey 60 bis 70 Grad Fahrenh. 502$\frac{1}{2}\frac{1}{5}$ Gran Költn. oder 492$\frac{1}{4}\frac{1}{5}$ Gran in Medicinalgewicht; ein rheinl. Cubikfuß Waſſer von der genannten Temperatur wiegt alſo im Költn. Gewicht 502687$\frac{1}{2}$ Gran, oder 65 Pfund, 14 L. 2 Q. 7$\frac{1}{2}$ Gr.; im deutſchen Medicinalgewicht aber (das Pfund zu 16 Unzen) 64 Pfund, 1 Unze, 3 Drachmen, 2 Scrupel, 9$\frac{1}{2}$ Gran. (Karſten Anleit. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur §. 42.)

§. 323. Um das eigenthümliche Gewicht ſchwerer feſter Körper gegen das Waſſer zu vergleichen, ſo wiege man den Körper zuerſt in der Luft, und beſtimme dann genau den Verluſt, den er ins Waſſer verſenkt leidet. Sein abſolutes Gewicht, durch das dividirt, was er im Waſſer verliert, giebt das Verhältniß ſeines eigenthümlichen Gewichts gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers.

§. 324. Körper, welche ſich im Waſſer auflöſen laſſen, wiegt man entweder im ſtärkſten Weingeiſte oder in Terpentinöle ab, auf eben die Art, wie im Waſſer. Weiß man nun das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes dieſer Flüſſigkeiten gegen das eigenthümliche Gewicht des Waſſers (was man nach §. 321. ſuchen kann), ſo kann man auch leicht das eigenthümliche Gewicht des feſten Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers durch Rechnung finden.

§. 325. Um kleine Stücke oder ein grobes Pulver von einem Körper, deſſen eigenthümliches Gewicht größer iſt, als das des Waſſers, in Rückſicht des Verhältniſſes dieſer eigenthümlichen Gewichte zu unterſuchen, ſo kann man ſo verfahren: Man bringe einen kleinen gläſernen Eimer, oder eine kleine gläſerne Phiole, die recht trocken iſt, an der hydroſtatiſchen Waage ins Gleichgewicht, thue den feſten Stoff hinein, merke ſein abſolutes Gewicht, fülle das Gefäß mit deſtillirtem Waſſer voll, bemerke das Gewicht von beiden zuſammen, ziehe von der Summe das Gewicht der feſten Maſſe ab, der Reſt giebt das Gewicht des Waſſers an. Man leere den gläſernen Eimer aus, reinige ihn, fülle ihn wieder mit deſtil-

deſtillirtem Waſſer eben ſo hoch an als vorher, und beſtimme das Gewicht des Waſſers. Dis Gewicht des Waſſers von dem Gewichte des Waſſers bey der erſten Operation abgezogen, giebt im Reſte das Gewicht des Waſſers an, das vorher mit dem feſten Körper einerley Raum einnahm. Das abſolute Gewicht des feſten Körpers, durch das dividirt, was ein eben ſo großer Waſſerklumpen wiegt, giebt das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichts des feſten Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers. — Oder man beſtimme erſt den Verluſt des Eimers im Waſſer, wiege darauf den feſten Körper darin ab, merke ſein abſolutes Gewicht, verſenke den Eimer ins Waſſer, merke ſeinen Verluſt, und ziehe hievon den Verluſt des Gewichts des Eimers ab, ſo giebt der Reſt den Verluſt des feſten Körpers allein an; und alſo, nach dem Vorhergehenden, leicht das Verhältniß ſeines eigenthümlichen Gewichtes gegen das Waſſer.

Eine andere Methode, das eigenthümliche Gewicht kleiner Stücke eines feſten Körpers durch Aräometer zu beſtimmen, hat Hr. Bergenſtierna (Schwediſche Abhandl. B. XXXVII. S. 121.). Hieher gehört auch Hr. Nicholſons hydroſtatiſche Waage. (M. ſ. Beſchreibung eines bequemen Inſtruments zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts der Mineralien, von Hrn. Hauy, in Grens Journal d. Phyſ. B. V. S. 502.

§. 326. Aus dem, was ein feſter Körper von ſeinem abſoluten Gewichte in einer flüſſigen Materie verliert, kann man auch ſehr leicht die Größe des feſten Körpers im Cubikmaaß finden, wenn man das abſolute Gewicht der Flüſſigkeit, das in einem gegebenen Cubikmaaß enthalten iſt, weiß. Wenn ich z. B. weiß, was ein Cubikzoll reines Waſſer wiegt, ſo iſt der feſte Körper ſo viel Cubikzolle groß, als das

Gewicht eines Cubikzolles Waſſer in dem Verluſte ſeines abſoluten Gewichtes in dieſem Waſſer enthalten iſt.

§. 327. Um Körper, welche ſpecifiſch leichter ſind, als Waſſer, ihrem eigenthümlichen Gewichte nach gegen das Waſſer zu vergleichen, ſo kann man einen ſpecifiſch ſchwerern damit verbinden, den Verluſt beider im Waſſer bemerken, und den Verluſt des ſchwerern allein hernach von dem Verluſte des Ganzen zuſammen abziehen, ſo wird der Reſt angeben, wie viel das Waſſer wiegt, das mit dem leichtern einerley Raum erfüllt. Das abſolute Gewicht des leichtern, durch das Gewicht dieſes gleich großen Volums vom Waſſer dividirt, giebt alsdann das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes des leichtern feſten Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers.

§. 328. Wenn der Körper aus mehrern mit einander verbundenen Körpern von ungleichem eigenthümlichen Gewichte beſteht, ſo erfährt man durch das Waſſerwägen nur das **mittlere** ſpecifiſche Gewichte, oder dasjenige, welches aus der gleichförmigen Vertheilung der aggregirten Stoffe in dem Innbebegriffe des Körpers entſpringen würde.

§. 329. Andere Beſtimmungsarten des eigenthümlichen Gewichtes der Körper ſind außer der bisher vorgetragenen Methode 1) durchs Waſſerwägen (§. 319—327.) 2) die unmittelbare Vergleichung des abſoluten Gewichts bey gleichem Volum der Körper (§. 294.). Bey **feſten** Körpern würde dies Verfahren nicht immer anwendbar, und vielen Irrthümern

thümern unterworfen ſeyn; bey flüſſigen Körpern geht es noch eher an, wenn man einerley Gefäß damit nach einander gleich hoch anfüllt, und denn darin abwiegt. Indeſſen iſt dieſe Methode doch leicht Fehlern unterworfen, hauptſächlich wegen des Anhängens der Flüſſigkeit an die Wände des Gefäßes. Das von Leutmann angebene Verfahren iſt dem von Homberg vorgeſchlagenen noch vorzuziehen. 3) Die Vergleichung der Höhen verſchiedener Flüſſigkeiten in zuſammenhängenden Röhren (§. 304), was nur bey ſolchen anwendbar iſt, die ſich nicht auflöſen, und auch wegen des ungleichen Anhängens gar keinen ſichern Maaßſtab gewährt. 4) Die Vergleichung der Höhen der Flüſſigkeiten, zu welchen ſie durch gleichen Druck der Luft gehoben werden, nach Hrn. Achards Vorſchlag (§. 305. Anm.), der aber auch ſeine Schwierigkeiten hat, und den Fehlern der vorigen Methode unterworfen iſt. 5) Die Anwendung der Aräometer (§. 316.) mit unveränderlichem Gewicht die auch vergleichbar gemacht, und zur Angabe der Größe des Verhältniſſes der ſpecifiſchen Gewichte eingerichtet werden können, wozu Tillet, le Roy und De Luc Methoden angegeben haben. 6) Die Anwendung der Aräometer mit veränderlichem Gewicht, wovon Hr. Wilke weitläufiger gehandelt hat, und die ſich auch für feſte Körper anwenden laſſen, wovon Nicholſons Waſſerwaage (§.325. Anm.) ein Beyſpiel giebt. 7) Die Ausmeſſung des Theils, um welchen ſich ein ſchwimmender feſter Körper in eine Flüſſigkeit eintaucht (§. 316.), die aber nie genau ſeyn kann. 8) Ganz unzuverläſſig iſt die Methode, nach welcher man beſtimmt, mit welchem Druck ſpecifiſch leichtere feſte Körper von

ſpeci-

ſpecifiſch ſchwereren flüſſigen beym Untertauchen emporgehoben werden.

(4) Homberg, in den Mém. de l' acad. roy. des ſc. 1699. S. 46. Leutmann, in den Commentar. petropolit. T. V. S. 275. §. 6. 7.

(5) Tillet, in den Mém. de l' acad. roy. des ſc. 1768. S. 450. Le Roy, ebendaſ. 1770. S. 528. De Luc, in den Philoſ. Tranſact. Vol. LXVIII. S. 500. und im Journal de Phyſique T. XVIII. S. 480. *Van Swinden* poſition. phyſic. T. II. P. I. S. 47. ff.

(6) Wilke, in den ſchwediſchen Abhandl. B. XXXII. S. 272.

§. 330. Das eigenthümliche Gewicht mehrerer bekannter Körper gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers iſt folgendes:

Platina del Pinto	20,000	(Sickingen)
	21,061	(Sickingen)
Gold	19,640	(Muſchenbroek)
	19,258	(Briſſon)
Queckſilber	14,110	(Muſchenbr.)
Bley	11,352	—
Silber	10,552	(Bergmann)
Wißmuth	9,670	—
Nickelkönig	9,000	—
Kupfer	8,876	—
Meſſing	8,395	(Briſſon)
Arſenikkönig	8,308	(Bergmann
Eiſen	7,800	—
Stahl	7,767	(Muſch.)
	7,833	(Briſſon)
Kobaldkönig	7,700	(Bergm.)
Zinn	7,264	—
	7,291	(Briſſon)
Zink	6,862	(Bergm.)
Spießglaskönig	6,860	—
Braunſteinkönig	6,850	—
Reine Schwererde	3,733	(Bergm.)
— Kalkerde	2,720	—
— Bitterſalzerde	2,155	—

Kie-

Kieſelerde	1,975	(Bergmann)
Alaunerde	1,305	—
Schwerſtein	6,066	(Briſſon)
Schwerſpath	4,000	
	bis 4,496	(Bergm.)
Flußſpath	3,155	
	bis 3,191	(Briſſon)
Zirkon	4,416	—
Aquamarin	3,548	—
Praſern	2,580	—
Feuerſtein	2,581	—
Stangenſchörl	3,363	—
Zeolith	2,073	—
Chalcedon	2,664	—
Ruſſiſch Glas	2,791	—
Pechſtein	2,669	—
	bis 2,049	—
Granat, böhm.	4,360	(Muſchenbroek)
Sapphir	4,090	—
— orientaliſcher	3,562	—
Diamanten	3,517	—
Topas, ſächſiſcher	3,450	—
Chryſolith	3,360	—
Carniol	3,290	—
Rubin	3,180	—
Laſurſtein	3,054	—
Smaragd	3,095	—
Turmalin	2,952	
	bis 3,250	—
Bergkryſtall	2,650	—
Isländiſcher Kryſtall	2,720	—
Hyacinth	2,613	—
Jaſpis	2,666	—
Opal	1,958	
	bis 2,075	—
Reiner Quarz	2,763	—
Selenit	1,870	
	bis 2,320	—
Gemeiner Kieſel	2,542	—

Gemeines Bouteillenglas	2,642	(Briſſon)
Weißes Kryſtallglas	2,892	—
Flintglas	3,329	—
Chineſiſches Porcellain	2,384	—
Vitriolſäure, concentrirte	2,125	(Bergmann)
Gemeines Vitriolöl	1,700	—
Concentrirtes	1,827	—
Concentrirte Salpeterſ.	1,580	—
— Küchenſalzſäure	1,150	—
Flußſpathſäure	1,500	—
Verglaste Phosphorſäure	2,687	—
Sedativſalz	1,480	—
Deſtillirter Eſſig	1,011	(Muſchenbroek)
Arſenikſäure	3,391	(Bergmann)
Weißer Arſenik	3,706	(Muſchenbroek)
Vitrioliſirter Weinſtein	2,298	—
Glauberſalz	2,246	—
Salpeter	1,900	—
Rhomboidalſalpeter	1,869	—
Reines Kochſalz	1,918	—
Steinſalz	2,143	—
Digeſtivſalz	1,836	—
Reiner ſublimirter Salmiak	1,420	—
Borax	1,720	—
Alaun	1,714	—
Bleyzucker	2,395	—
Engliſcher Vitriol	1,880	—
Zinkvitriol	1,900	—
Weißer Zucker	1,606	—
Steinkohle	2,240	—
Judenpech	1,400	—
Bernſtein	1,065	—
Gagath	1,203	—
Schwefel	1,800	—
Naphtha	0,708	(Kirwan)
Alkohol	0,815	(Muſchenbroek)
Vitrioläther	0,732	—
Weißer Franzwein	1,020	—
Frontignac	1,008	—

Mallaga	1,015	(Muſchenbroek)
Rother Capwein	1,018	—
Weißer	1,039	—
Pontac	0,993	—
Champagner	0,962	—
Moſeler	0,916	—
Rheinwein	0,999	—
Rindertalg	0,955	—
Hammeltalg	0,943	—
Schweineſchmalz	0,954	—
Gelbes Wachs	0,960	—
Weißes Wachs	0,966	—
Baumöhl	0,913	—
Leinöhl	0,928	(Brandis)
Rübſaamenöhl	0,902	—
Cacaobutten	0,910	—
Weißes Mohnöhl	0,922	—
Süßes Mandelöhl	0,928	(Muſchenbroek)
— —	0,911	(Brandis)
Deſtillirtes Nelkenöhl	1,034	(Muſchenbroek)
— Pomeranzenöhl	0,888	—
— Zimmtöhl	1,035	—
— Saſſafrasöhl	1,094	—
— Rosmarinöhl	0,934	—
— Fenchelöhl	0,997	—
— Wacholderöhl	0,911	—
— Krauſemünzenöhl	0,975	—
— Terpentinöhl	0,792	—
Aloe	1,358	—
Arabiſches Gummi	1,735	—
Pech	1,150	—
Kampher	0,996	—
Phosphorus	1,714	(Gren)
Indianiſches Cedernholz	1,315	(Muſchenbroek)
Buxbaumholz	1,328 u. 0,919	—
Braſilienholz	1,031	—
Ebenholz	1,209	—
Fernambukholz	1,014	—
Franzoſenholz	1,333	—

Ma-

Mahagonyholz	1,063	(Muſchenbroek)
Griesholz	1,200	—
Altes Eichenholz	1,666	—
Eichenholz vom Stamme	0,929	—
Eichenholz von grünem Aſte	0,870	—
Rhodiſerholz	1,125	—
Weißes Sandelholz	1,041	—
Rothes —	1,128	—
Campecheholz	0,913	—
Büchenholz	0,852	—
Gelbes Sandelholz	0,809	—
Erlenholz	0,800	—
Ahornholz	0,755	—
Eſchenholz	0,734	—
Apſelholz	0,793	—
Pflaumenholz	0,785	—
Haſelnholz	0,600	—
Birnenholz	0,661	—
Ulmenholz	0,600	—
Lindenholz	0,604	—
Weidenholz	0,585	—
Wacholderholz	0,556	—
Saſſafrasholz	0,482	—
Tannenholz	0,550	—
Pappelnholz	0,383	—
Korkholz	0,240	—
Eis	0,916	—
Reines Waſſer	1,000	—

Muſchenbroek introd, ad philoſ. nat. T. II. §. 1417. Peſanteur ſpecifique des corps — par Mr. *Briſſon*, à Paris 1787. 4.

Von verſchiedenen Luftarten giebt Hr. Lavoiſier folgende Beſtimmung:

Ein pariſ. Duodezimal-Cubikzoll

atmoſphäriſche Luft wiegt	0,46005	Grän.(franz.)
Stickluft	0,44444	ſ
Lebensluft	0,50694	ſ
brennbare Luft	0,03539	ſ
Luftſäure	0,68985	ſ
Salpeterluft	0,54690	ſ
flüchtig alkaliniſche Luft	0,27488	ſ
Schwefelluft	1,03820	ſ

Ich

Ich erinnere hier, daß die franzöſiſche Unze zu 8 Gros, das Gros zu 72 Grän gerechnet iſt. *Lavoiſier* traité elementaire. T. II. S. 572.

§. 331. Man kann von dieſer Tabelle allerley nützliche Anwendungen machen. Denn außerdem, daß ſich durch Vergleichung des gefundenen eigenthümlichen Gewichts einer gegebenen Subſtanz mit dem in dem Verzeichniß angegebenen auf die Reinheit oder Aechtheit derſelben in vielen Fällen ſchließen läßt, kann man auch dadurch das Gewicht des Cubikzolles, oder des Cubikfußes der darin angegebenen Materien finden, wenn man die Zahl, die ihr ſpecifiſches Gewicht angiebt, mit dem Gewicht des Cubikzolles oder Cubikfußes Waſſer (§. 322.) multiplicirt. So z. B. wiegt ein Cubikfuß (rheinl.) Waſſer $502687\frac{1}{2}$ Gr. Cöllniſches Gewicht; folglich wiegt ein Cubikfuß Queckſilber $14{,}110 \times 502687{,}5$ Gran $=$ 923 Pf. 17 L. 3 Q. 20,625 Gr. (cölln.)

Hierher gehört auch das ſogenannte Archimedeiſche Problem. Nach Vitruv's Erzählung (de architectura Lib. 9. Cap. 3.) hatte ſich der König Hiero zu Syracus eine goldene Kroue machen laſſen, und kam auf den Verdacht, daß ihm der Goldarbeiter dabey einen Theil Gold entwendet und dagegen eben ſo viel Silber dem Golde zugeſetzt habe. Archimedes ſollte prüfen, ob der Verdacht gegründet ſey, und er habe durch Waſſerwägen den Betrug beſtimmt, und das Verhältniß des Goldes zum Silber in der Krone angegeben. Archimedes Bücher περι των ὀχουμενων handeln nur von ſchwimmenden Körpern, und enthalten nichts von jenem Problem. Man hält daher auch die Erzählung nach Vitruv für Fabel. Geſetzt aber, daß die Metalle bey ihrem wechſelſeitigen Zuſammenſchmelzen ihre Volumina nicht änderten, ſo würde ſich allerdings das Verhältniß ihrer abſoluten Gewichte in dem Gemiſche aus dem eigenthümlichen Gewichte deſſelben erkennen laſſen, wenn die eigenthümlichen Gewichte der einzelnen Metalle bekannt ſind. Denn wenn die eigenthümlichen Gewichte der Metalle vor der Vermiſchung D, d, die Volumina V, v, die abſo-

luten Gewichte P, p heißen, ſo iſt das eigenthümliche Gewicht nach der Vermiſchung, oder $\triangle = \frac{DV + dv}{V + v}$, und $P : p = D(\triangle - d) : d(D - \triangle)$.

Wenn nun die Krone des Hiero 20 Pf. ſchwer geweſen iſt, und beym Abwägen im Waſſer 1¼ Pf. verlohren hätte, ſo wäre ihr eigenthümliches Gewicht, oder $\triangle = 16{,}00$ gegen das Waſſer geweſen. Das eigenthümliche Gewicht des reinen Goldes, oder D, hätte = 19,64 ſeyn müſſen. Setzen wir nun, daß der Zuſatz Silber geweſen wäre, ſo wäre d = 10,55. Es war alſo nach obiger Formel das Gewicht des Goldes, oder P, zu dem Gewicht des Silbers oder p in der Krone = 19,64 (16,00 — 10,55) : 10,55 (19,64 — 16,00) = 107,038 : 38,402. Es beſtanden alſo 145,440 Theile des gemiſchten Goldes aus 107,038 Theilen feinem Golde und 38,402 Theilen Silber. Wenn wir nun nach der Regel de tri ſo anſetzen:

145,440 Pf. ſchlecht Gold enthalten 107,038 Pf. fein Gold, was 20 Pf.? ſo erhalten wir 14,719 Pf. fein Gold, die mit 5,281 Pf. Silber vermiſcht die 20 Pf. der Krone ausgemacht haben.

Da aber die Metalle bey ihrem Zuſamenſchmelzen mehr oder weniger in einander greifen, und nicht mehr die Dichtigkeit behalten, die ſie der Berechnung zu Folge haben ſollten, ſo ſieht man leicht, daß jene Formel nicht die Verhältniſſe der Quantitäten in der Miſchung angeben kann, wenn man nicht weiß, wie ſich das Verhältniß ändert. Auch läßt ſie ſich nicht bey der Zuſammenſchmelzung von mehr als zwey Metallen anwenden. Man ſ. §. 171., und die daſ. angef. Schriften.

Wenn man Kochſalz in Waſſer auflöſt, ſo iſt der Raum, welchen die Auflöſung einnimmt, nicht mehr gleich der Summe der Räume des Kochſalzes und des Waſſers. Es ſind alſo eigene Beobachtungeu und darauf gegründete Rechnungen nöthig, um aus dem ſpecifiſchen Gewicht der Salzſolution die Menge des Salzes zu finden, die in einem gegebenen Gewicht der Salzſoole enthalten iſt. Lambert (Hiſtoire de l'acad. de Pruſſe 1762. T. XVIII. S. 27. ff.) hat eine ſolche Tabelle berechnet.

Gewicht des Salzes		Eigenthüml. Gewicht der Soole.
0	- -	1,000
10	- -	1,007
20	- -	1,014
30	- -	1,021

Ge-

Gewicht des Salzes	Eigenthüml. Gewicht der Soole,
40	1,027
50	1,034
60	1,041
70	1,047
80	1,054
90	1,060
100	1,067
110	1,073
120	1,080
130	1,086
140	1,093
150	1,099
160	1,105
170	1,111
180	1,117
190	1,123
200	1,129
210	1,135
220	1,141
230	1,146
240	1,152
250	1,158
260	1,163
270	1,169
280	1,175
290	1,180
300	1,185
310	1,191
320	1,196
330	1,201
336,8	2,2047

Geſetzt, die Soole iſt in ihrem eigenthüml. Gewichte 1,175, ſo füllen 1175 Gr. derſelben ſo viel Raum, als 1000 Gr. Waſſer, und es ſind in dieſen 1175 Gr. 280 Gran Salz, oder das in ihr befindliche Salz beträgt $\frac{280}{1175}$ ihres Gewichtes. Nach der Regel de tri kann man nun leicht finden, wie viel Salz in einem Pfunde ſolcher Soole ſey; denn, wenn 1175 Gr. Soole 280 Gr. Salz enthalten, ſo ſind in 1 Pf. oder 7680 Gr. Soole 1830 Gr. Salz.

Eine andere Tabelle hat Watſon berechnet:

Gehalt an Salz.	Eigenthüml. Gewicht.
0	1,000
$\frac{1}{3}$	1,206
$\frac{1}{4}$	1,160
$\frac{1}{5}$	1,121
$\frac{1}{6}$	1,107
$\frac{1}{7}$	1,096
$\frac{1}{8}$	1,087
$\frac{1}{9}$	1,074
$\frac{1}{12}$	1,059
$\frac{1}{14}$	1,050
$\frac{1}{15}$	1,048
$\frac{1}{16}$	1,045
$\frac{1}{18}$	1,040
$\frac{1}{21}$	1,032
$\frac{1}{24}$	1,029
$\frac{1}{27}$	1,027
$\frac{1}{28}$	1,025
$\frac{1}{30}$	1,024
$\frac{1}{32}$	1,023
$\frac{1}{36}$	1,020
$\frac{1}{39}$	1,019
$\frac{1}{42}$	1,015
$\frac{1}{48}$	1,014
$\frac{1}{54}$	1,013
$\frac{1}{56}$	1,012
$\frac{1}{72}$	1,009
$\frac{1}{84}$	1,007
$\frac{1}{108}$	1,006
$\frac{1}{126}$	1,004
$\frac{1}{144}$	1,003
$\frac{1}{162}$	1,0029
$\frac{1}{192}$	1,0023
$\frac{1}{256}$	1,0018
$\frac{1}{320}$	1,0017
$\frac{1}{448}$	1,0014
$\frac{1}{512}$	1,0008
$\frac{1}{848}$	1,0008
$\frac{1}{1024}$	1,0006

Beck.

(Beckmanns Technologie. Götting. 1780. S. 343. f.) Daß indeſſen von dieſen Tabellen, die auf künſtl. Soolen berechnet ſind, kein genauer und zuverläſſiger Schluß auf natürliche Soolen gemacht werden könne, iſt ſchon oben (§. 316. Anm.) erinnert worden.

Drittes Hauptſtück.

Expanſivkraft.

§. 332.

Wenn man ſich eine Maſſe Luft in einer Hülle eingeſchloſſen, und dieſe von außen her mit einem begränzten leeren Raume umgeben denkt, ſo wird niemand zweifeln, daß, wenn die Hülle nun auf einmal vernichtet werden könnte, die darin enthaltene Luft ſich nach allen Seiten zu in dem Raume ausbreiten würde. So lehrt auch die Erfahrung wirklich, daß, wenn ein Antheil Luft in den leeren Raum des Recipienten der Luftpumpe gelaſſen wird, dieſer ſich darin nach allen Seiten zu verbreitet.

§. 333. Wenn man ferner in einem unten verſchloſſenen hohlen metallenen Cylinder, in welchem Luft befindlich iſt, einen genau paſſenden Stempel hinabdrücken will, ſo fühlt man Widerſtand, und man muß deſto mehr Gewalt anwenden, je mehr man die Luft ſchon zuſammengepreßt hat. Falls der Stempel genau ſchließt, und keine Luft zwiſchen ſich und dem Cylinder heraustreten läßt, ſo wird die zuſammengepreßte Luft den Stempel wieder von ſelbſt erheben, ſo wie der Druck nachläßt. Dieſer Widerſtand beym Zuſammendrücken der Luft wird ſtattfinden, welche Lage man auch dem Cylinder giebt, beym Zuſammenpreſſen der Luft von der Seite, oder von oben, oder von unten.

§. 334. Dies Phänomen flüſſiger Körper heißt **Expanſibilität** oder **Elaſticität**, die mit der oben angeführten (§. 123.) Federkraft feſter Körper nicht verwechſelt werden muß, ob es gleich häufig zu geſchehen pflegt. Flüſſige Körper, welche dies Phänomen äußern, werden **expanſible**, oder **elaſtiſche Flüſſigkeiten** genannt. Außer der atmoſphäriſchen Luft gehören dazu: **alle Luftarten**, **die Dünſte**, **der Wärmeſtoff**, **die Lichtmaterie**, **das electriſche Fluidum**, und ohne Zweifel auch **die magnetiſche Flüſſigkeit**. Bey den Dünſten iſt die Expanſibilität nicht permanent, ſondern wird durch Druck und Erkältung vernichtet, was bey den Luftarten nicht der Fall iſt. Außer den Luftarten und Dünſten läßt ſich bey den übrigen, zwar die Ausbreitung nach allen Seiten zu, nicht aber der Widerſtand bey der Zuſammendrückung durch unmittelbare Verſuche zeigen.

§. 335. Auch ſelbſt bey den tropfbaren Flüſſigkeiten (§. 129.) äußert ſich dies Phänomen in einigem Grade, und ſie ſind keinesweges ganz unelaſtiſch zu nennen, wie wir nun durch Herrn **Zimmermanns** und **Abichs** Verſuche wiſſen. Weil indeſſen ihre Expanſibilität nur erſt bey der Anwendung einer ſehr großen Kraft bemerkbar wird, ſo ſchränkt man den Namen der **expanſibeln** oder **elaſtiſchen Flüſſigkeiten** nur auf die vorgenannten ein, und unterſcheidet jene durch den Namen der **tropfbaren Flüſſigkeiten**. Sehr ſchicklich iſt die Benennung der **discreten Flüſſigkeiten** für die eigentlich ſo genannten expanſiblen Flüſſigkeiten, weil ſie die tropfbaren ausſchließt, was der Name, elaſtiſche oder expanſible Flüſſigkeiten, nicht thut.

Ueber die Elaſticität des Waſſers, theoretiſch und hiſtoriſch entworfen, vom Hrn. E. A. W. Zimmermann. Leipzig 1779. gr. 8.

§. 336. Wenn dasjenige **Kraft** heißt, was Widerſtand leiſtet, und das eine **bewegende Kraft** genannt werden muß, was eine Maſſe in Bewegung zu ſetzen ſtrebt, ſo muß auch die Expanſibilität von einer bewegenden Kraft herrühren. Weder die Cohärenz, noch die Schwere kann nach richtigen Begriffen die Urſach der §. 332. 333. erwähnten Phänomenen ſeyn. Die erſtere würde die Ausbreitung der cohärirenden Theilchen nach allen Seiten zu, unfehlbar verhindern; und die letztere würde ihrer Expanſion nach oben zu eben ſo ein Hinderniß ſeyn. Auch lehrt die Erfahrung, wie in der Folge weiter dargethan werden wird, daß der durch die Schwere bewirkte Druck der Atmoſphäre verhindert, daß viele tropfbare Flüſſigkeiten als expanſible in der Temperatur, worin wir leben, erſcheinen, wol aber nach Wegnahme dieſes Drucks der Luft auf ſie. Es bleibt alſo keine andere bekannte Kraft als Grundurſach übrig, aus der man das Phänomen der Expanſibilität als Wirkung ableiten könnte. Daher ſtehe ich gar nicht an, eine eigene **Grundkraft** der Natur als den zureichenden Grund davon anzunehmen, die ich **Expanſivkraft** oder **Dehnkraft** nenne. Eben weil wir dieſe Kraft nicht weiter zergliedern können, ſehe ich ſie für eine einfache oder Grundkraft an, wenigſtens ſo lange, bis man ihre Zuſammenſetzung aus andern bekannten Kräften dargethan haben wird. Ungeachtet wir von dieſer Expanſivkraft an ſich und objective ſo wenig, als von der Cohärenz und Schwere, etwas wiſſen, ſo genügt es uns, das Daſeyn dieſer Kraft aus unleugbaren Phänomenen zu folgern, und aus

den

den Geſetzen ihrer Wirkungen ihre Verhältniſſe zu beſtimmen.

§. 337. Die in der Folge bey der Lehre von der Luft und den Dünſten anzubringenden Unterſuchungen werden darthun, daß dieſe beiden Arten der expanſiblen Flüſſigkeiten nur durch Hülfe eines andern Stoffs, nemlich des Wärmeſtoffs expanſibel ſind, oder daß ihre Expanſibilität oder Elaſticität eine mitgetheilte iſt. Alle Luftarten und Dünſte beſtehen aus einer urſprünglich nicht expanſiblen Baſis, und einem expanſiven Stoffe, dem Wärmeſtoff, durch den jene Baſis erſt expanſibel wird, und den Hr. de Luc auch das fortleitende Flüſſige (fluidum deferens) derſelben nennt. Durch Entziehung dieſes expanſiven Stoffs hören ſie auf, expanſibel zu ſeyn. Bey der electriſchen Flüſſigkeit iſt ſehr wahrſcheinlich das Licht der urſprünglich expanſive Stoff, der die andern nicht expanſiblen Beſtandtheile expanſibel macht.

§. 338. Auch die tropfbaren Flüſſigkeiten haben ihren geringern Grad der Elaſticität oder Expanſibilität nur dem Wärmeſtoff zu verdanken, ohne den ſie feſt und ohne alle Expanſibilität ſeyn würden. Selbſt ihr Flüſſigſeyn, d. h. die Unbeträchtlichkeit ihres Zuſammenhanges und die große Verſchiebbarkeit ihrer Theilchen, iſt Folge des Einfluſſes dieſes expanſiven Stoffs, durch deſſen Dazwiſchenkunft die Stärke des Zuſammenhangs ihrer Grundmaſſen mehr gemindert wird, und nach deſſen Entziehung ſie wieder zum Zuſtande der Feſtigkeit zurückkehren.

§. 339. Wir hätten dieſemnach dreyerley Arten des Zuſtandes der Aggregation bey den bekannten Körpern unſers Erdbodens: nemlich Feſtigkeit, tropfbare Flüſſigkeit, und Expanſibilität. Die

erſtere iſt Folge der Cohärenz, die beiden andern Arten ſind Wirkung des Einfluſſes einer expanſiven Kraft, die nach den verſchiedenen Graden ihrer Stärke entweder die Cohäſion nur mindert, und dadurch tropfbare Flüſſigkeit hervorbringt (§. 338.), oder dieſe ganz in eigentlich ſo genannte expanſible Flüſſigkeit verwandelt.

§. 340. Von dem Wärmeſtoff und der Materie des Lichts läßt es ſich nicht, wie von den Luftarten und Dünſten, beweiſen, daß ſie ihre Expanſibilität von einer andern, ſinnlich wahrzunehmenden, Materie mitgetheilt erhalten hätten. Wir nehmen alſo an, daß ſie urſprünglich expanſiv ſind, oder daß die Expanſivkraft ſie urſprünglich afficire. Aus den Erſcheinungen des Wärmeſtoffs und des Lichtſtoffs läßt ſich alſo die Art, wie ſich die der Expanſivkraft unterworfenen Theilchen bewegen, am beſten folgern. Beide ſind in ihrem freyen Zuſtande **ſtrahlende Flüſſigkeiten**, und es bewegen ſich Theilchen ihrer Maſſe von dem Orte aus, wo dieſe frey wird, nach allen Seiten zu, ſo wie die Radii einer Kugel vom Mittelpuncte nach der Peripherie zu gehen, und zwar iſt dieſe Bewegung des Lichts und des Wärmeſtoffs geradlinigt. Beide werden, weil ſie elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind, nach den oben angeführten Geſetzen (§. 269.) von andern Körpern, von denen ſie nicht gebunden werden, reflectirt. Die Geſchwindigkeit, mit der ihre Theilchen von der Expanſivkraft in Bewegung geſetzt werden, iſt ſo groß, daß die Bewegung inſtantan, oder ohne Zeit zu ſeyn ſcheint, ob ſie gleich für ſehr große Räume allerdings meßbar iſt. Die nähere Beſtimmung von der Bewegung und Ausbreitung des Lichts und des Wärmeſtoffs gehört indeſſen in die beſondere Naturlehre.

§. 341. Schon aus der geradlinigten Ausbreitung des Lichts und des Wärmeſtoffs bey ihrer Strahlung läßt ſich folgern, daß ihre Theilchen nicht der Schwere unterworfen ſind, was auch mit der Ausbreitung des Lichts von der Sonne, und mit der Zurückſtrahlung von den Hauptplaneten und Nebenplaneten im Widerſpruch ſeyn würde. Lichtſtoff und Wärmeſtoff ſind alſo inponderable elaſtiſche Flüſſigkeiten, und ſie folgen der Expanſivkraft ungehindert im freyen Mittel nach ihrer geradlinigten Strahlung in jeder Richtung. Die Luftarten und Dünſte hingegen, deren Expanſibilität nur mitgetheilt iſt, und die folglich aus einer wägbaren und an ſich nicht expanſibeln Baſis und dem expanſiven Wärmeſtoff zuſammengeſetzt ſind, beſitzen dadurch Gewicht in ihren Theilchen; aber eben dies, daß ſie ſchwer ſind, hindert, daß ſie keine ſtrahlende Flüſſigkeiten bilden können.

§. 342. Schon die Bildung der Luftarten beweiſt, daß auch der Wärmeſtoff der chemiſchen Verwandtſchaft und Cohärenz mit anderen Stoffen unterworfen iſt, und die in der Folge anzuführenden Erfahrungen werden darthun, daß beide, Licht- und Wärmematerie, ob ſie gleich an ſich discrete Flüſſigkeiten ſind, doch durch die Vereinigung mit andern nicht expanſiblen ungleichartigen Stoffen, theils in ihrer Expanſibilität geſchwächt werden, theils ſie auch ganz verlieren, und in den Zuſtand kommen können, wo ſie durchaus aufhören flüſſig und expanſibel zu ſeyn.

§. 343. Da das Product, das aus der Verbindung ungleichartiger Stoffe entſpringt, eine andere Natur und andere Eigenſchaften zeigt, als die einzelnen Beſtandtheile vor der Zuſammenſetzung hatten,

ſo kann es uns nicht wundern, daß die neuen Verbindungen, die aus der Zuſammenſetzung ſo heterogener Dinge, als die expanſiven Stoffe in der Natur ſind, entſpringen, andere Verhältniſſe und Eigenſchaften beſitzen. — So wie aber nun in einem urſprünglich expanſiven Stoffe, wie Licht- und Wärmematerie ſind, durch die chemiſche Vereinigung deſſelben mit einem nicht expanſiven, alle ſeine Expanſivkraft gewiſſermaßen ruhend und unthätig gemacht, oder aufgehoben werden kann; eben ſo kann auch hinwiederum in den ſchweren Beſtandtheilen, mit denen dieſe nicht ſchweren Flüſſigkeiten in Zuſammenſetzung treten, die Schwerkraft derſelben ganz ruhend und gewiſſermaßen aufgehoben werden, ſo daß das aus beiden zuſammengeſetzte Product, außer der Cohärenz, keiner andern Grundkraft folgt, und in ſo fern bloß als träge anzuſehen iſt. Mir ſcheint dies letztere nicht wunderbarer, als das erſtere.

§. 344. Wirklich lehren auch ſehr zahlreiche Erfahrungen, die aber erſt in der Folge näher beſtimmt werden können, daß, wenn Licht und Wärmeſtoff mit ſchweren Subſtanzen in eine chemiſche Verbindung treten, dieſe einen Theil ihres abſoluten Gewichts, das ſie vor der Zuſammenſetzung hatten, verlieren, und es wieder erhalten, wenn jene daraus geſchieden worden ſind. Die Erklärung dieſer problematiſchen Naturerſcheinung ließe ſich dem Angeführten (§. 343.) zu Folge ſo geben: Es ſey eine Maſſe ſchwerer Materie, deren Schwerkraft wir f, und deren Menge ſchwerer Materie wir M nennen wollen; ſo iſt das Gewicht dieſer Maſſe $P = f. M.$ Mit einem Antheil dieſer ſchweren Maſſe, den wir m nennen wollen, ſoll ſich eine gewiſſe Quantität des freyen

Licht-

Licht- und Wärmeſtoffs chemiſch vereinigen, ſo wird ſo, wie in dieſem die Expanſivkraft, die ſie urſprünglich afficirt, ruhend gemacht wird, auch in jenem alle Schwerkraft völlig aufgehoben und unthätig gemacht werden können; er wird alſo zu einer bloß trägen Maſſe, in Rückſicht jener vorher inhärirenden, beſchleunigenden Kräfte. Wenn nun dieſes ſo veränderte m mit den übrigen Theilen des M in genaue Vereinigung tritt, ſo entſteht daraus der Körper Q, der in Anſehung ſeiner noch übrigen, von der Schwerkraft afficirten, und daher ponderablen Maſſe wie M — m anzuſehen iſt. Es hört nun auf den Theil m die Schwerkraft zu wirken auf, und das neue Gewicht p der Maſſe Q iſt alſo $= f. (M - m) < f. M$ oder P. Die Beſchleunigung der Schwere in Q bleibt dieſelbige; denn ſie iſt jetzt $\frac{p}{M - m} = \frac{f. (M - m)}{M - m} = f.$ Es iſt nemlich m zu einer bloß trägen Materie geworden, die durch keine ihr inhärirende Kraft nach einer gewiſſen Richtung zu gehen ſollicitirt wird; ſie muß alſo auch ungehindert dem Zuge der Schwerkraft der noch übrigen ſchweren Theile folgen. Denn weil Trägheit keine Kraft iſt, ſo kann auch eine träge Maſſe die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft nicht vermindern (§. 110.).

Man müßte ſehr inconſequent ſchließen, wenn man in dieſen Sätzen meine ehemalige Behauptung von der negativen Schwere des Licht- und Wärmeſtoffs wiederfinden wollte.

Zwey-

Zweyter Theil.
Beſondere Naturlehre.

Erſter Abſchnitt.

Beſtandtheile der Körper der drey Naturreiche.

§. 345.

Die Körper um uns herum, die den Inbegriff unſerer Sinnenwelt ausmachen, ſind aus mancherley einfachern ungleichartigen Theilen zuſammengeſetzt, und die außerordentliche Mannigfaltigkeit derſelben hängt theils von der Verſchiedenheit der Natur dieſer einfachern Beſtandtheile, theils von den verſchiedenen Verhältniſſen ab, in welchen ſie unter einander vereiniget ſind.

§. 346. Wir betrachten hier die Beſtandtheile der Körper der ſogenannten drey Reiche der Natur, nach ihren merkwürdigſten Verhältniſſen, und handeln die allgemeiner verbreiteten einfachern und eigenthümlichen Stoffe, oder gewiſſe Gattungen derſelben, wie Wärmeſtoff, Lichtſtoff, Waſſer, Luft, Feuer, electriſche Materie, und magnetiſche Materie, beſonders in eigenen Abſchnitten in der Folge ab.

§. 347. Mehrere der hier abzuhandelnden Beſtandtheile ſind zwar nicht den reſpectiven Körpern eines gewiſſen Naturreichs ausſchließend eigen; indeſſen hindert das nicht, ſie da abzuhandeln, wo die Natur der Sache bey der gewählten Ordnung uns darauf leitet.

Er-

Erſtes Hauptſtück.

Mineraliſche Subſtanzen.

§. 348.

Die Körper des Mineralreichs, oder die unorganiſchen Körper laſſen ſich füglich in fünf Claſſen abtheilen, nemlich Salze, Erden, Metalle, Erdharze, und Schwefel. Die beiden letztern können nicht gut zuſammen in einer Claſſe begriffen werden, ob es gleich gewöhnlich iſt.

Salze.

§. 349. Salze (ſalia, ſales) ſind Körper, die ſich in 200mal ſo viel kochendem Waſſer auflöſen laſſen und auf der Zunge einen merklichen Geſchmack hervorbringen. — Da überhaupt die Natur die Körper nicht nach einem Syſtem erſchuf, da die Stufenfolge der Weſen und die Claſſification derſelben nur ſubjectiviſch iſt, da es kein natürliches Syſtem der Körper giebt, ſo müſſen wir durch künſtliche Gränzlinien die natürlichen Körper von einander zu unterſcheiden ſuchen. So laufen die Gränzen der Salze und Erden in der Natur ſo in einander, daß im Grunde gar keine natürliche Grenzlinie ſtattfindet, und daß wir eben aus dieſem Grunde jenes künſtliche Merkmal in die Definition des Salzes zu bringen genöthiget ſind.

§. 350. Wir haben von den Salzen ſehr viele und mannigfaltige Arten. Sie brauchen nach ihrer verſchiedenen individuellen Natur bey gleichem Gewicht ungleiche Quantitäten vom Waſſer zu ihrer Auflöſung, wenn dieſes geſättigt ſeyn ſoll; auch iſt

bey einerley Salz gewöhnlich die Quantität des Salzes, die ſich im Waſſer auflöſen läßt, nach der Temperatur verſchieden. Einige ſind ſo auflöslich im Waſſer, und ſo nahe damit verwandt, daß wir ſie gewöhnlich nur im tropfbar flüſſigen Zuſtande als Auflöſung im Waſſer haben; oder daß ſie auch aus der Atmoſphäre die Feuchtigkeit bald einſaugen und darin **zerfließen.**

§. 351. Die mehreſten feſten Salze ſcheiden ſich aus dem Waſſer bey der Verdunſtung deſſelben, oder bey der Aenderung ſeines Sättigungsgrades durch Aenderung der Temperatur (§. 168.) in beſtimmten Formen, als **Salzkryſtalle** ab, oder **ſchießen** aus dem Waſſer **an.** Von dieſer Erſcheinung im Allgemeinen iſt ſchon oben (§. 131.) gehandelt worden. Wenn heißes Waſſer mehr Salz auflöſt, als kaltes Waſſer, ehe es damit geſättigt wird, ſo wird es, wenn es damit geſättigt, oder der Gränze der Sättigung nahe war, beym Abkühlen ſo viel Salz fallen laſſen, als es bey der niedrigern Temperatur weniger aufgelöſt erhalten kann. Um indeſſen ſchöne und regelmäßige Kryſtalle zu erhalten, darf man nicht die Auflöſung des Salzes im Waſſer in der Hitze ganz ſättigen, weil ſonſt beym Erkalten auch wol alles zu einem unförmlichen Salzklumpen gerinnt. Oft iſt das unmerkliche Abdunſten das beſte Mittel, die Salzkryſtalle ſchön zu gewinnen. Bey Salzen, die, wie z. B. das Kochſalz, vom heißen Waſſer nicht viel weniger zu ihrer geſättigten Auflöſung brauchen, als vom kalten, iſt das Verdunſten des Waſſers das einzige Mittel, die Salzkryſtalle zu erhalten.

R §. 352.

§. 352. Alle Salzkryſtalle haben mehr oder weniger Waſſer in ihrer Miſchung, das zwar nicht zum Weſen des Salzes, aber doch zum Weſen der Salzkryſtalle gehört. Dies Waſſer klebt ihnen nicht mechaniſch an, ſondern macht einen Beſtandtheil der Kryſtalle derſelben aus, und iſt darin im Zuſtande der Feſtigkeit. Es iſt mehr oder weniger ſtark damit vereiniget, und bey einigen Salzkryſtallen kann es nur durch Glühefeuer davon geſchieden werden; da hingegen andere es in gelinder Wärme oder auch in warmer und trockener Luft verlieren, wodurch ſie ihrer Durchſichtigkeit, ihres Zuſammenhanges, und ihrer Form beraubt werden, und in Staub zerfallen oder **verwittern**.

§. 353. Sonſt finden ſich unter den Salzen noch andere ſehr bemerkenswerthe Unterſchiede ihrer Eigenſchaften und Verhältniſſe, ſo daß man eigene Ordnungen derſelben unterſcheiden muß. Ich theile ſie ab in **einfachere** und **zuſammengeſetzte** Salze. Zu den erſtern gehören als Gattungen: die **Säuren** und die **Alkalien**; die Gattungen der letztern ſind: **Neutralſalze**, **Mittelſalze**, **metalliſche Salze**, und **ſüße Salze** oder **Zucker**. Dieſe letztere Gattung gehört ganz in die organiſchen Reiche.

§. 354. **Säuren** (Acida) ſind Salze von einem ſauren Geſchmack, der, weil er ganz ſinnlich iſt, freylich keine Definition zuläßt. Sie haben noch als weſentliches Kennzeichen die Eigenſchaft, gewiſſe blaue Pflanzenſäfte, wie z. B. den Veilchenſaft und die Lackmustinctur, roth, und gewiſſe rothe, z. B. die Tinctur des Fernambucs, gelbroth zu färben.

§. 355. Bey der auffallenden Verſchiedenheit der ſauren Salze in mehrern Verhältniſſen gegen andere Körper müſſen wir mehrere Arten davon unterſcheiden.

1) Vitriolſäure (acidum vitrioli). Sie macht einen Beſtandtheil des Eiſenvitriols, eines bekannten Salzes, aus, worin ſie mit Eiſenkalk verbunden iſt, und wird, nach der Verjagung des Kryſtalliſationswaſſers dieſes Salzes durchs Brennen deſſelben, vermittelſt einer Deſtillation gewonnen. Wohlfeiler bereitet man ſie auch aus dem Schwefel, worin ſie in ihrem waſſerfreyen Zuſtande mit dem Brennſtoff verbunden iſt. Die ſtark entwäſſerte oder concentrirte Vitriolſäure führt den etwas unſchicklichen Namen, Vitriolöhl (oleum vitrioli), und die mehr mit Waſſer verdünnte heißt Vitriolſpiritus. Die eigentliche Farbe des Vitriolöhls iſt die weiße; das verkäufliche iſt gewöhnlich bräunlich, und das aus Vitriol deſtillirte ſtößt bey Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, verliert aber durchs Kochen in offenen Gefäßen dieſe Eigenſchaft. Das Vitriolöhl iſt eine ſehr ſtarke Säure, brennt und ätzt in die Haut ein; erfordert zum Sieden eine deſto größere Hitze, je mehr es concentrirt iſt, und läßt ſich daher durch Abdunſten in der Wärme concentriren. An der Luft ſaugt es Feuchtigkeiten daraus ein. Mit Waſſer vermiſcht erhitzt es ſich ſtark. Mit verbrennlichen Dingen, die eine Kohle zu geben im Stande ſind, digerirt, wird auch das weißeſte Vitriolöhl braun, nimmt einen ſchwefligten Geruch an, und wird ſehr flüchtig.

Die reine, waſſerfreye, Vitriolſäure halte ich für einfach. Nach dem Syſtem der Chemie des Hrn. Lavoiſier iſt

 ſie

ſie zuſammengeſetzt, aus Schwefel (*ſouffre*) und dem eigenen Sauerſtoff (*oxygene*), der in allen Säuren (*Acides*) das ſauermachende Princip (*principe acidifiant*) der ſäurewerdenden Baſis (*baſe acidifiable*) ausmacht. Daher heißt ſie bey ihm *Acide ſulfurique.*

§. 356. 2) **Salpeterſäure** (acidum nitri). Sie macht einen Beſtandtheil des gemeinen Salpeters aus, in welchem ſie mit dem Gewächsalkali gesättigt iſt. Man gewinnt ſie daraus durch eine Deſtillation vermittelſt der Vitriolſäure, die ſie von dem Gewächsalkali, wegen der ſtärkern Verwandtſchaft des letztern zu der Vitriolſäure, daraus entbindet. Die, mit gewöhnlichem Vitriolöhl, auf dieſe Weiſe bereitete, concentrirte Salpeterſäure (**rauchender Salpetergeiſt**, ſpiritus nitri fumans) iſt rothgelb von Farbe, und ſtößt bey Berührung der Luft gelbe Dünſte aus. In ihrem reinen Zuſtande iſt ſie aber farbenlos; jene Farbe rührt vom Brennbaren her, das damit verbunden iſt. Sie iſt ſehr ätzend und ſcharf, weit flüchtiger als die Vitriolſäure, hat gegen die Feuchtigkeit der Luft ebenfalls großen Hang, und gegen das Brennbare eine ſehr große Verwandtſchaft.

Wahrſcheinlich iſt die Salpeterſäure nicht einfach; noch bis jetzt iſt aber ihre wahre Zuſammenſetzung nicht in das gehörige Licht geſetzt. Nach Hr. Lavoiſier beſteht ſie aus dem Stickſtoff (*azote*) und dem Sauerſtoff, und heißt in ſeinem Syſtem *Acide nitrique.*

§. 357. 3) **Küchenſalzſäure** (acidum muriaticum). Sie macht einen Beſtandtheil des Küchenſalzes aus, worin ſie mit dem Mineralalkali geſättigt iſt, und wovon ſie auch den Namen hat. Man gewinnt ſie durch Deſtillation aus dem Kochſalze vermittelſt der Vitriolſäure, die vom Mineral-

alka-

alkali deſſelben ſtärker angezogen und wodurch jene entbunden wird. In ihrem concentrirten Zuſtande (rauchender Salzgeiſt) ſtößt ſie bey Berührung der Luft weißliche Dämpfe aus, iſt ſehr flüchtig, und wenn ſie rein iſt, vollkommen waſſerhelle und klar. Sie iſt nicht ſo ſcharf und ätzend, als Salpeterſäure, und wirkt auf das Brennbare nur ſchwach.

Die gewöhnliche, durch Vitriolſäure aus dem Küchenſalze ausgetriebene, iſt allerdings zuſammengeſetzt, aus Brennſtoff und der reinen ſalzſauren Baſis, und dieſe letztere erſcheint in ganz andern Eigenſchaften, als die gewöhnliche Küchenſalzſäure, wenn ihr durch Braunſtein der damit verbundene Brennſtoff entzogen worden iſt, wo ſie dann dephlogiſtiſirte Küchenſalzſäure genannt wird, von der in der Folge gehandelt wird.

Nach Hr. Lavoiſiers Syſtem beſteht die gemeine Salzſäure aus dem Sauerſtoff und der ſalzſauren Baſis (*radical muriatique*); und die von uns ſo genannte dephlogiſtiſirte Küchenſalzſäure unterſcheidet ſich davon durch das Uebermaaß oder größere Verhältniß des *Oxygene* oder Sauerſtoffs. Jene heißt daher *Acide muriatique* ſchlechtweg, dieſe *Acide muriatique oxygené.*

§. 358. 4) Die Flußſpathſäure (Acidum fluoris minerale). Sie iſt in dem Flußſpath, einer eigenen Steinart, mit der Kalkerde verbunden, und wird daraus durch Hülfe der Vitriolſäure entbunden. Sie ſtößt in ihrem concentrirten Zuſtande bey Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, die wie die Dämpfe der Kochſalzſäure riechen. Sie iſt ſo flüchtig, wie dieſe, und zeigt überhaupt mit ihr ſehr viel Aehnlichkeit; aber ſie beſitzt die merkwürdige Eigenſchaft in ihrem Dunſtzuſtande das Glas und die Kieſelerde aufzulöſen, und ſie ſo gar in Dunſtgeſtalt mit überzuführen. Durch Verbindung mit Waſſer läßt dieſer Dunſt die Kieſelerde größtentheils wieder fahren. Aus dieſem Grunde iſt die aus gläſernen Gefäßen deſtillirte Flußſpathſäure nicht als reine Säure an-

anzuſehen. Man muß ſie aus bleyernen Retorten deſtilliren.

Man kann wegen dieſer Eigenſchaft der Flußſpathſäure damit in Glas ätzen.

Die mit Vitriolſäure bereitete Flußſpathſäure beſteht aus Brennſtoff und der flußſpathſauren Baſis. Nach Hr. Lavoiſier iſt die Flußſpathſäure zuſammengeſetzt aus der flußſpathſauren Baſis (*radical fluorique*), und Sauerſtoff. Sie heißt bey ihm *Acide fluorique.*

§. 359. 5) Die **Boraxſäure** (Acidum boracis). Sie iſt im Boraxe, einem eigenen mineraliſchen Salze, mit dem Mineralalkali vereiniget, und kann daraus durch andere Säuren auf naſſem Wege geſchieden werden. Sie läßt ſich als ein feſtes Salz, in glänzenden, weißen, ſchuppigen, Kryſtallen zum Anſchießen bringen, die einen kaum merklich ſauren Geſchmack beſitzen, im Feuer ſchmelzen, ſich nicht, wie die vorhergehenden Säuren, in expanſible Flüſſigkeit durch die Hitze verwandeln laſſen, und an der Luft beſtändig ſind, ohne durch die Feuchtigkeit derſelben zu zerfließen.

Die Boraxſäure iſt einfach. Nach Hrn Lavoiſier iſt ſie zuſammengeſetzt, aus der boraxſauren Baſis (*radical boracique*), und dem Sauerſtoff, und heißt *Acide boracique.*

§. 360. 6) Die **Phosphorſäure** (acidum phosphori). Da ſie nicht ausſchließend ins Thierreich gehört, ſondern auch einen Beſtandtheil des Waſſereiſens, des Apatits, des Tſchoppauer grünen Bleyſpaths ausmacht, ſo trage ich kein Bedenken, ſie hier mit aufzuführen. Man gewinnt ſie aber am gewöhnlichſten aus der Knochenaſche, worin ſie mit Kalkerde verbunden iſt, durch Hülfe der Vitriolſäure, womit die letztere auf naſſem Wege näher verwandt iſt. Sie iſt feuerbeſtändig, und kann daher als feſte Säure dargeſtellt werden, die im Feuer zu einer

Art

Art von durchſichtigem, klaren Glaſe fließt, aber an der Luft ſchnell und ſtark Feuchtigkeit anzieht, und dadurch wieder zerfließt.

In Verbindung mit dem Brennſtoff wird ſie flüchtig, und liefert damit auch den Phosphorus.

Die Phosphorſäure iſt einfach. Nach Hrn. Lavoiſier beſteht ſie aus dem einfachen Phosphor und Sauerſtoff, und heißt bey ihm *Acide phosphorique*.

§. 361. 7) Die Arſenikſäure (acidum arſenici). Sie iſt eigentlich der ſeines Brennbaren völlig beraubte, oder der vollkommene Kalk des Arſenikmetalles. Im weißen Arſenik iſt dieſes ſeines Brennſtoffs nur zum Theil beraubt, und daher äußert derſelbe nur ſchwache Spuren einer Säure. Durch Hülfe der Salpeterſäure, die mit dem Brennſtoff näher verwandt iſt, wird der in Salzſäure aufgelöſte weiße Arſenik, wenn jene darüber abgezogen wird, zu der Arſenikſäure. Sie iſt ziemlich feuerbeſtändig, fließt bey mäßigem Glühen klar und helle, und wird beym Erſtarren milchweiß; an der Luft ſaugt ſie Feuchtigkeiten ein, und zerfließt. In ſtarkem Glühefeuer verwandelt ſie ſich wieder in weißen Arſenik, und verfliegt als ſolcher.

Die Arſenikſäure iſt einfach. Nach Hrn. Lavoiſier beſteht ſie aus Arſenikmetall (*Arſenic*) und Sauerſtoff. Er nennt ſie *Acide arſenique*.

§. 362. 8) Die Molybdänſäure (acidum molybdaenicum). Sie iſt ebenfalls der Kalk des Molybdän- oder Waſſerbleymetalles, das im gemeinen Waſſerbley mit Schwefel verbunden iſt. Man gewinnt ſie aus dem letztern theils durch Calciniren, theils auf naſſem Wege durch wiederholtes Abziehen der concentrirten Salpeterſäure darüber. Sie iſt ziem-

ziemlich feuerbeſtändig, ſchmelzt im Feuer, verwandelt ſich aber beym Zutritt der Luft in einen weißen Rauch. Im kalten Waſſer löſt ſie ſich ſehr ſchwer auf, etwas leichter im kochenden. Die Auflöſung reagirt als eine Säure.

Die Molybdänſäure iſt einfach. Nach Hrn. Lavoiſier iſt ſie aus dem Sauerſtoff und dem Molybdänmetall (*molybdène*) zuſammengeſetzt. Er nennt ſie *Acide molybdique.*

§. 363. 9) Die **Wolframſäure** (acidum wolframicum). Sie iſt der Kalk des Wolframmetalls (*Scheelium Werneri*), und im Tungſten oder Schwerſtein mit Kalkerde vereiniget. Sie erſcheint als ein gelbes Pulver, das ſich eigentlich nicht im Waſſer auflöſt, und das man nur wegen ſeiner Vereinigung mit Laugenſalzen und Erden zu den Säuren rechnet, wohin es aber doch wol ſchwerlich gehört.

Es gehört der Wolframkalk, oder, wenn man lieber will, die Wolframſäure zu den einfachen Stoffen. Nach Hr. Lavoiſier aber ſind Sauerſtoff und Tungſten- oder Wolframmetall (*Tungſtène*) ſeine Beſtandtheile. Er nennt ihn *Acide tungſtique.*

§. 364. 10) Die **Bernſteinſäure** (acidum ſuccini). Man erhält ſie durch trockene Deſtillation des Bernſteines. Sie iſt kryſtalliſirbar, und wenn ſie von allem anhängenden brenzlichten Oehl befreyet iſt, weiß von Farbe, ſehr ſauer vom Geſchmacke, im kalten Waſſer ziemlich ſchwer auflöslich; weit leichter im ſiedenden. Ihre Kryſtalle ſind dreyeckig prismatiſch mit ſchief abgeſtutzten Endſpitzen. Im Feuer iſt ſie flüchtig; an der Luft beſtändig, ohne zu zerfließen. Da der Bernſtein ſelbſt, von dem ſie einen Beſtandtheil ausmacht, ohne Zweifel den organiſchen Reichen, und namentlich dem Pflanzenreiche

ſein

ſein Daſeyn zu verdanken hat; ſo könnte man auch billig die Bernſteinſäure zu den Pflanzenſäuren zählen.

Da die Bernſteinſäure offenbar brennbarhaltig iſt, ſo iſt ſie auch gewiß zuſammengeſetzt; es iſt aber noch nicht ausgemacht, ob bloß Brennſtoff und luftſaure Baſis ihre Beſtandtheile ausmachen. Hr. Lavoiſier läßt ſie aus Sauerſtoff und der eigenthümlichen bernſteinſauren Baſis (*Radical ſuccinique*) beſtehen; die letztere ſelbſt iſt nach ihm zuſammengeſetzt aus *Hydrogene* und *Carbone*. Sie heißt in ſeinem Syſtem *Acide ſuccinique*.

§. 365. 11) Die **Luftſäure** (acidum aëris fixi). Wir kennen dieſe Säure, die nicht nur in ſehr vielen erdigten Stoffen des Mineralreichs, ſondern auch in allen organiſchen Subſtanzen einen Beſtandtheil ausmacht, nur als luftförmige, elaſtiſche Flüſſigkeit (**luftſaures Gas**), oder als Auflöſung der letztern im Waſſer (**luftſaures Waſſer**). Wir werden ſie in der Folge, im gasförmigen Zuſtande, näher betrachten; hier führe ich ſie nur, um des Syſtems willen, als Säure auf. Ihre Acidität iſt nur ſchwach; durch die Lackmustinctur aber leicht bemerkbar.

Ich halte die Luftſäure, als Baſis des luftſauren Gas, für einfach. Hr. Lavoiſier ſieht ſie nach ſeinem Syſtem für zuſammengeſetzt an, aus dem Sauerſtoff, und dem einfachen Kohlenſtoff (*carbone*). Deswegen nennt er ſie auch *Acide carbonique* (Kohlenſäure).

§. 366. Die zweyte Gattung der einfachern Salze (§. 353.) ſind die **Alkalien** oder **Laugenſalze** (Alcalia). Sie erregen auf der Zunge einen eigenthümlichen ſcharfen und brennenden Geſchmack, verändern die blaue Farbe verſchiedener Pflanzen, z. B. der Violen, in eine grüne, die rothe Farbe verſchiedener Pflanzen z. B. des Fernambucholzes in eine violette, und die gelbe verſchiedener Pflanzen

z. B.

z. B. der Curcumawurzel in eine braune. Sie vernichten die Wirkungen der Säuren auf eben dieſe Pflanzenfarben, ſo wie die Säuren umgekehrt die Wirkungen der Laugenſalze darauf aufheben. Sonſt äußern ſie im Zuſtande ihrer Reinigkeit gegen die thieriſche Faſer ſtarke auflöſende Kräfte, und man ſchreibt ihnen deswegen auch Aetzbarkeit zu.

Violenſyrup wird von der Auflöſung der Laugenſalze grün, Fernambucpapier violet, Curcumapapier braun. Lackmustinctur, die von einer Säure geröthet iſt, wird von Laugenſalzen wieder blau.

§. 367. Wir kennen von dieſer Gattung der Salze bis jetzt nur drey Arten, nemlich das **Gewächsalkali**, das **Mineralalkali** und das **flüchtige Alkali**. Das erſtere iſt freylich eigentlich nur im Pflanzenreiche zu Hauſe, oder, wenn es ja in mineraliſchen Gemiſchen vorkömmt, wie z. B. im Salpeter, ſo hat es doch darin gewiß dem Pflanzenreiche ſeinen Urſprung zu verdanken. Indeſſen handele ich es hier mit ab.

§. 368. 1) Das **Gewächsalkali** oder **vegetabiliſche Laugenſalz** (alcali vegetabile) wird aus der Aſche verbrannter Pflanzen, beſonders harter Holzarten, durch Auslaugen, Abrauchen der Lauge und Calciniren des rückſtändigen Salzes gewonnen. Die ſogenannte **Pottaſche** (cineres clavellati) iſt ein ſolches, wiewohl ſehr unreines, Gewächslaugenſalz. Reiner iſt das aus dem Weinſtein durchs Einäſchern deſſelben und Auslaugen erhaltene Gewächsalkali, das auch den Namen des **Weinſteinſalzes** (Sal tartari) führt. Dieſes aus der Aſche der Pflanzen oder ihrer Producte gewonnene Gewächsalkali iſt indeſſen, wenn es auch von andern fremdartigen Salzen gerei-

niget iſt, doch noch nicht chemiſch rein, ſondern hat immer Luftſäure bey ſich, die man ihm erſt durch gebrannten Kalk entziehen muß. Von einem ſolchen, ſeiner Luftſäure beraubten Gewächsalkali, was man auch ätzendes Laugenſalz nennt, iſt hier die Rede. Dieſes Alkali läßt ſich zwar durch Glühen trocken darſtellen, und iſt ein weißes, aber nicht kryſtalliſirbares, Salz, das an der Luft ſehr ſtarke Feuchtigkeit einſaugt, und darin leicht zerfließt. Im Glühefeuer ſchmelzt es, ohne ſich zu verflüchtigen oder in eine expanſible Flüſſigkeit zu verwandeln.

Das Gewächsalkali iſt eine einfache Subſtanz, auch nach dem Syſtem des Hr. Lavoiſier, nach dem es *Potaſſe* heißt.

§. 369. 2) Das **Mineralalkali** (alcali minerale) kömmt zwar auch im Pflanzenreiche vor, und die **Soda**, die Aſche verſchiedener, am ſalzigten Meeresufer wachſender, Pflanzen enthält daſſelbe; aber es iſt doch eigentlich im Mineralreich zu Hauſe. Im Zuſtande ſeiner chemiſchen Reinigkeit, ohne Luftſäure, iſt es, wie das Gewächsalkali, nicht kryſtalliſirbar, läßt ſich zwar auch durch die Hitze zu einem trocknen, weißen, Salze darſtellen, ſaugt aber auch an der Luft Feuchtigkeiten ein, und zerfließt. Im Glühefeuer iſt es ebenfalls ſchmelzbar, ohne ſich zu verflüchtigen. Vom Gewächsalkali unterſcheidet es ſich durch ſeine Verhältniſſe gegen andere Körper, beſonders gegen die Säuren.

Das Mineralalkali iſt eine einfache Subſtanz; auch nach dem Syſtem des Hrn. Lavoiſier. Es heißt bey ihm *Sode*. — Beide Alkalien, das vegetabiliſche und mineraliſche, begreift man auch unter dem Namen der feuerbeſtändigen Alkalien (*Alcalia fixa*).

§. 370.

§. 370. 3) Das flüchtige Alkali (alcali volatile). Man gewinnt es insbeſondere aus thieriſchen Subſtanzen, durch eine Deſtillation derſelben; doch macht es auch in einigen Stoffen des Gewächsreichs einen Beſtandtheil aus, und findet ſich auch in einigen mineraliſchen Subſtanzen, z. B. in den Steinkohlen, worin es aber doch wol den organiſchen Reichen ſeinen Urſprung verdankt. Im Zuſtande ſeiner Reinigkeit, ohne Luftſäure, läßt es ſich nicht als feſte Subſtanz darſtellen, ſondern erſcheint nur als gasförmige Flüſſigkeit (**flüchtigalkaliniſche Luft**), oder durch Waſſer aufgelöſt (**ätzender Salmiakgeiſt**). Von den beiden vorhergehenden Alkalien unterſcheidet es ſich alſo durch ſeine Flüchtigkeit, oder durch ſeine Fähigkeit, ſich in eine expanſible Flüſſigkeit verwandeln zu laſſen. Es hat daher auch einen ſehr durchdringenden und ſcharfen Geruch. Man nennt es auch **urinöſes Salz**.

Das flüchtige Alkali iſt zuſammengeſetzt aus Brennſtoff und einer noch unbekannten Baſis, die wahrſcheinlich Phosphorſäure iſt, oder ſie zum Beſtandtheil hat. Nach dem Syſtem des Hrn. Lavoiſier beſteht es aus Stickſtoff (*Azote*) und Waſſerſtoff (*Hydrogène*).

§. 371. Die Säuren und Alkalien zeigen gegen einander eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft, und löſen ſich wechſelſeitig auf. Durch die Verbindung derſelben unter einander verlieren beide nicht nur ihren eigenthümlichen Geſchmack, ſondern nehmen nun auch einen ganz eigenen an. Sie vernichten einander gleichſam in ihren Eigenſchaften, und das aus beiden enſtandene, gehörig geſättigte Gemiſch wirkt nun nicht mehr als Säure, nicht mehr als Laugenſalz, und bringt keine Veränderung mehr in den

Pflan-

Pflanzenfarben hervor, welche ſeine einzelne Beſtandtheile bewirkten.

§. 372. Die Salze, die aus der Vereinigung der Säuren mit den Laugenſalzen entſpringen (§. 371.), und beiden zuſammen ihr Daſeyn zu verdanken haben, machen nun in der Ordnung der zuſammengeſetzten Salze (§. 353.) eine eigene und die erſte Gattung aus. Sie heißen **Neutralſalze** (salia neutra).

§. 373. Jede Säure giebt mit jedem der drey Laugenſalze eine eigene Art von Neutralſalze. Wir haben alſo dreymal ſo viel Arten der Neutralſalze, als wir eigenthümliche Säuren haben. In der Natur hat man freylich alle dieſe Arten noch nicht angetroffen. In der Verſchiedenheit der Neutralſalze, welche die Säuren mit den Laugenſalzen hervorbringen, beruhet hauptſächlich der Unterſchied zwiſchen den Säuren untereinander, und den Laugenſalzen unter einander, und nur diejenige Säure oder dasjenige Laugenſalz iſt für weſentlich verſchieden zu halten, die mit eben dem Laugenſalze, oder das mit eben der Säure ein verſchiedenes Neutralſalz liefert.

§. 374. Die Neutralſalze unterſcheiden ſich von einander auf ſehr mannigfaltige Weiſe in der Kryſtalliſirungsfähigkeit, der Form der Kryſtalle, der Auflösbarkeit im Waſſer, dem Verhalten an der Luft, dem Geſchmack, der Flüchtigkeit oder Feuerbeſtändigkeit. Hier genügt es, nur die Namen der mit den oben angeführten Säuren erzeugten Neutralſalze anzuführen.

1) Vitriolſäure mit Gewächsalkali: vitrioliſirter Weinſtein. (Tartarus vitriolatus. *Sulfate de Potaſſe Lav.)*

2) — — mit Mineralalkali: Glauberſalz (ſal Glauberi. *Sulfate de Soude* L.)

3) — — mit flüchtigem Alcali: Glaubers Salmiak (Sal ammoniacum vitriolicum. *Sulfate ammoniacal* L.)

4) Salpeterſäure mit Gewächsalkali: gemeiner Salpeter (nitrum vulgare. *Nitrate de Potaſſe* L.)

5) — — mit Mineralalkali: Rhomboidalſalpeter (nitrum rhomboidale. *Nitrate de Soude* L.)

6) — — mit flüchtigem Alkali: Salpeterſalmiak (nitrum ammoniacale. *Nitrate d' ammoniaque* L.)

7) Küchenſalzſäure mit Gewächsalkali: Digeſtivſalz (ſal digeſtivum Sylvii. *Muriate de Potaſſe* L.)

8) — — mit Mineralkali: Küchenſalz, Steinſalz, Meerſalz (Sal culinare, foſſile, marinum. *Muriate de Soude* L.)

9) — — mit flüchtigem Alkali: gemeiner Salmiak (ſal ammoniacum vulgare. *Muriate d'ammoniaque* L.)

10) Flußſpathſäure mit Gewächsalkali: flußſpathſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile fluoratum. *Fluate de potaſſe* L.)

11) — — mit Mineralalkali: flußſpathſaures Mineralalkali (alcali minerale fluoratum. *Fluate de Soude* L.)

12) — — mit flüchtigem Alkali: Flußſpathſalmiak (alcali volatile fluoratum. *Fluate d' ammoniaque* L.)

13) Boraxſäure mit Gewächsalkali: boraxſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile boraxatum. *Borate de Potaſſe*).

14) — — mit Mineralalkali: boraxſaures Mineralalkali (alcali minerale boraxatum. *Borate de Soude L.*)

15) — — mit flüchtigem Alkali: Boraxſalmiak (alcali volatile boraxatum. *Borate d'ammoniaque* L.)

16) Phosphorſäure mit Gewächsalkali: phosphorſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile phosphoratum. *Phosphate de Potaſſe* L.)

17) — — mit Mineralalkali: phosphorſaures Mineralalkali (alcali minerale phosphoratum. *Phosphate de Soude* L.)

18) — — mit flüchtigem Alkali: Phosphorſalmiak (alcali volatile phosphoratum. *Phosphate d'ammoniaque* L.)

19) Arſenikſäure mit Gewächsalkali: arſenikſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile arſenicatum. *Arſeniate de Potaſſe* L.)

20) — — mit Mineralalkali: arſenikſaures Mineralalkali (alcali minerale arſenicatum. *Arſeniate de Soude* L.)

21) — — mit flüchtigem Alkali: Arſenikſalmiak (alcali minerale arſenicatum. *Arſeniate d'ammoniaque* L.)

22) Molybdänſäure mit Gewächsalkali: Molybdänſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile molybdaenatum. *Molybdate de Potaſſe* L.)

23) — — mit Mineralalkali: molybdänſaures Mineralalkali (alcali minerale molybdaenatum. *Molybdate de Soude* L.)

24) Mo=

24) Molybdänſäure mit flüchtigem Alkali: Molybdänſalmiak (alcali volatile molybdaenatum. *Molybdate d'ammoniaque.*)

25) Wolframſäure mit Gewächsalkali: wolframſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile wolframiatum. *Tunſtate de Potaſſe* L.)

26) — — mit Mineralalkali: wolframſaures Mineralalkali (alcali minerale wolframiatum. *Tunſtate de Potaſſe* L.)

27) — — mit flüchtigem Alkali: Wolframſalmiak (alcali volatile wolframiatum. *Tunſtate d'ammoniaque* L.)

28) Bernſteinſäure mit Gewächsalkali: bernſteinſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile ſuccinatum. *Succinate de Potaſſe* L.)

29) — — mit Mineralalkali: Bernſteinſaures Mineralalkali (alcali minerale ſuccinatum. *Succinate de Soude* L.)

30) — — mit flüchtigem Alkali: Bernſteinſalmiak (alcali volatile ſuccinatum. *Succinate d'ammoniaque* L.)

31) Luftſäure mit Gewächsalkali: Luftſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile aëratum. *Carbonate de Potaſſe* L.)

32) — — mit Mineralalkali: Luftſaures Mineralalkali (alcali minerale aëratum. *Carbonate de Soude* L.)

33) — — mit flüchtigem Alkali: Luftſaures flüchtiges Alkali (alcali volatile aëratum. *Carbonate d'ammoniaque* L.)

Die

Die Neutralſalze mit den vegetabiliſchen Säuren werden in der Folge vorkommen. Die luftſauren Neutralſalze reagiren, wegen der Schwäche der Säure, noch als Laugenſalze auf Pflanzenfarben.

§. 375. Die Säuren haben durchgehends eine nähere Verwandtſchaft gegen die feuerbeſtändigen Laugenſalze, als gegen das flüchtige Alkali. In den mehreſten Fällen ſind die Säuren auch dem Gewächsalkali näher verwandt, als dem Mineralalkali.

§. 376. Die Laugenſalze zeigen gegen die verſchiedenen Säuren ungleiche Verwandtſchaft, und daher kann man das aus einem Laugenſalz und einer gewiſſen Säure verfertigte Neutralſalz oft durch eine andere Säure zerlegen.

Von den Mittelſalzen wird nachher bey den Erden, und von den metalliſchen Salzen bey den Metallen gehandelt werden.

Erden.

§. 377. Die zweyte Claſſe der mineraliſchen Subſtanzen machen die **Erden** (terrae) aus. Dies ſind unentzündliche, mehr oder weniger zerreibliche, feuerbeſtändige Körper, die ſich ohne Zwiſchenmittel in 200 Theilen Waſſer nicht auflöſen laſſen, und aus der Auflöſung in Säuren durch Blutlauge nicht gefällt werden. Alle Erden ſind im Zuſtande ihrer Reinigkeit ungefärbt und weiß.

§. 378. **Einfache Erden** (terrae primitivae, ſimplices) nennt man ſolche, die in keine andere ungleichartige Beſtandtheile durch Kunſt zerlegt werden können. Wir kennen davon jetzt acht verſchiedene Arten; nemlich: 1) **Kalkerde**, 2) **Bittererde**, 3) **Thonerde**, 4) **Schwererde**, 5) **Kieſelerde**,

erde, 6) Zirkonerde, 7) Diamantſpatherde, und 8) Auſtralerde.

§. 379. Die vier erſtern Arten verbinden ſich mit den Säuren auf eine ähnliche Art, wie die Laugenſalze; benehmen ihnen den ſauren Geſchmack, und die Eigenſchaft, als Säuren zu wirken. Man nennt ſie deswegen auch **abſorbirende** oder **alkaliſche Erden**; und die Verbindungen, die ſie mit den Säuren liefern, **Mittelſalze** (ſalia media), die eine eigene Gattung von Salzen ausmachen (§. 353.). Doch ſind nicht alle dieſe mittelſalzigen Verbindungen wahre Salze (§. 349.) zu nennen, ſondern einige gehören wegen ihrer Schweraufslöslichkeit oder völligen Unauflöslichkeit im Waſſer zu den erdigten oder ſteinigten Subſtanzen.

§. 380. Die Mittelſalze unterſcheiden ſich von einander nach der verſchiednen Natur der ſauren oder erdigten Baſis, woraus ſie zuſammengeſetzt ſind, in der Kryſtalliſirbarkeit, der Kryſtallenform, der Auflöslichkeit im Waſſer, dem Geſchmack, u. ſ. w. Wir werden die mittelſalzigen Verbindungen aus den mineraliſchen Säuren und den alkaliſchen Erden bey jeder Erde beſonders mit anführen. In der Natur hat man freylich alle dieſe Verbindungen noch nicht gefunden.

§. 381. Die **Kalkerde** (terra calcarea, *Chaux* L.) wird im chemiſch reinen Zuſtande nicht in der Natur angetroffen, ſondern immer in Verbindung mit Säuren und Waſſer. Die Verbindungen mit Luftſäure nennt man **rohe Kalkerde** (calx cruda), die durchs Glühen ihrer Luftſäure und ihres Waſſers beraubt werden kann, wo ſie dann **gebrannter, lebendiger, ungelöſchter Kalk** (calx uſta, viva)

ge-

genennt wird, der, wenn er keine fremde Beymiſchung hat, als die reine, einfache Kalkerde anzuſehen iſt. Sie löſt ſich in 680 Theilen Waſſer auf, und dieſe Auflöſung (**Kalkwaſſer**, aqua calcis vivae) iſt durchſichtig, farbenlos, wirkt auf Pflanzenfarben, als ein Laugenſalz, hat einen ſchrumpfenden und alkaliſchen Geſchmack, bleibt bey Ausſchließung der Luft unverändert, ſaugt aber an der Atmoſphäre ſtark und ſchnell luftſaures Gas ein, und weil nun die ſolchergeſtalt luftſauer gewordne Kalkerde nicht mehr auflöslich bleibt, ſo fällt endlich aller Kalk als roher Kalk wieder heraus. Gegen dieſe Luftſäure zeigt überhaupt der gebrannte Kalk ſehr viele Verwandtſchaft, und auch er ſelbſt wird an der Atmoſphäre nach und nach wieder in rohen Kalk verwandelt. Er entzieht auch den luftſauren Laugenſalzen dieſe Luftſäure, und macht ſie ätzend. Das Waſſer ſaugt der gebrannte Kalk mit vieler Kraft in ſich, bindet es zum Cryſtalliſationswaſſer, erhitzt ſich eben deswegen ſehr ſtark damit, und erhärtet nach und nach, wenn das überflüſſige Waſſer wieder verdunſtet iſt. Hierauf gründet ſich die Anwendung zum **Mörtel.**

§. 382. Am hauptſächlichſten unterſcheiden ſich die alkaliſchen Erden von einander durch die Mittelſalze und mittelſalzigen Verbindungen, die ſie mit den Säuren geben. Die Kalkerde liefert mit den oben erwähnten mineraliſchen Säuren folgende:

1) mit Vitriolſäure: Gyps, Selenit, Alabaſter, (Gypſum, Selenites. *Sulfate de chaux* L.)

2) mit Salpeterſäure: Kalkſalpeter (calx nitrata. *Nitrate de chaux* L.)

3) mit Küchenſalzſäure: Salzſaure Kalkerde (calx muriatica. *Muriate de chaux* L.)

4) mit Flußſpathſäure: Flußſpath (fluor mineralis. *Fluate de chaux* L.)

5) mit Boraxſäure: Kalkborax, Boracit (calx boraxata. *Borate de chaux* L.)

6) mit Phosphorſäure: Knochenerde, Apatit, (calx phosphorata. *Phosphate de chaux* L.)

7) mit Arſenikſäure: Arſenikſaure Kalkerd (calx arſenicata. *Arſeniate de chaux* L.)

8) mit Molybdänſäure: Molybdänſaure Kalkerde (calx molybdaenica. *Molybdate de chaux* L.)

9) mit Wolframſäure: Tungſten (lapis ponderoſus. *Tunſtate de chaux* L.)

10) mit Bernſteinſäure: Bernſteinſaure Kalkerde (calx ſuccinata. *Succinate de chaux* L.)

11) mit Luftſäure: rohe Kalkerde, Kalkſpath, Marmor u. ſ. w. calx aërata. *Carbonate de chaux* L.)

§. 383. 2) Die Talk- oder Bittererde (magneſia, terra muriatica, *Magneſie* L.) iſt in ihrem reinen Zuſtande in Waſſer unauflösbar, ohne Aetzbarkeit und Schärfe, und liefert mit den vorher genannten Säuren ganz andere Mittelſalze und mittelſalzige Verbindungen, als die Kalkerde:

1) mit Vitriolſäure: Bitterſalz, engliſches Salz (ſal Epſom. *Sulphate de Magneſie* L.)

2) mit

2) mit Salpeterſäure: ſalpeterſaure Bittererde (magneſia nitrata. *Nitrate de magneſie* L.)

3) mit Küchenſalzſäure: ſalzſaure Bittererde (magneſia muriatica. *Muriate de magneſie* L.)

4) mit Flußſpathſäure: flußſpathſaure Bittererde (magneſia fluorata. *Fluate de magneſie* L.)

5) mit Boraxſäure: boraxſaure Bittererde (magneſia boraxata. *Borate de magneſie* L.)

6) mit Phosphorſäure: phosphorſaure Bittererde (magneſia phosphorata. *Phosphate de magneſie* L.)

7) mit Arſenikſäure: arſenikſaure Bittererde (magneſia arſenicata. *Arſeniate de magneſie* L.)

8) mit Molybdänſäure: molybdänſaure Bittererde (magneſiamolybdaenica. *Molybdate de magneſie* L.)

9) mit Wolframſäure: wolframſaure Bittererde (magneſia wolframiata. *Tunſtate de magneſie* L.)

10) mit Bernſteinſäure: bernſteinſaure Bittererde (magneſia ſuccinata. *Succinate de magneſie* L.)

11) mit Luftſäure; luftſaure Bittererde (magneſia aërata, vulgaris. *Carbonate de magneſie* L.)

Die Bittererde macht einen Beſtandtheil in den ſogenannten Talkartigen Erden und Steinen aus, wie in dem Speckſtein, Nephrit, Walkerde, Meerſchaum, Bol, Serpentin, Talk, Aſbeſt, Kyanit, Strahlſtein, Tremolith.

§. 384. 3) Die Thonerde oder Alaunerde (terra argillaris, aluminaris, *Alumine* L.) macht einen

nen weſentlichen Beſtandtheil des Thones aus, worin ſie mit Kieſelerde verbunden iſt. Sie iſt in ihrem reinen Zuſtande, wenn ſie noch nicht im Feuer zuſammengebacken iſt, fein, ſchlüpfrig, giebt mit Waſſer einen etwas zähen Teig, zieht ſich beym Trocknen ſehr zuſammen, und wird im Feuer ſo hart, daß ſie mit dem Stahl Feuer ſchlägt; ſie verliert aber auch durchs Brennen alle ihre Schlüpfrigkeit, und die Fähigkeit, ſich mit Waſſer zu einer zähen Maſſe erweichen zu laſſen. Sie zeigt nach dem Brennen keine Aetzbarkeit, und keine Auflöslichkeit im Waſſer. Von den ätzenden Laugenſalzen wird ſie auf naſſem Wege aufgelöſt. Gegen die Luftſäure hat ſie gar keine Verwandtſchaft. Mit den übrigen Säuren liefert ſie ganz eigene Mittelſalze:

1) mit Vitriolſäure: gemeinen Alaun (alumen vulgare. *Sulfate d' alumine* L.)

2) mit Salpeterſäure: ſalpeterſaure Thonerde (argilla nitrata. *Nitrate d' alumine* L.)

3) mit Küchenſalzſäure: ſalzſaure Thonerde (argilla muriatica. *Muriate d' alumine* L.)

4) mit Flußſpathſäure: flußſpathſaure Thonerde (argilla fluorata. *Fluate d' alumine* L.)

5) mit Boraxſäure: boraxſaure Thonerde (argilla boraxata. *Borate d' alumine* L.)

6) mit Phosphorſäure: phosphorſaure Thonerde (argilla phosphorata. *Phosphate d' alumine* L.)

7) mit Arſenikſäure: arſenikſaure Thonerde (argilla arſenicata. *Arſeniate d' alumine* L.)

8) mit

8) mit Molybdänſäure: molybdänſaure Thonerde (argilla molybdaenica. *Molybdate d' alumine* L.)
9) mit Wolframſäure: wolframſaure Thonerde (argilla wolframica. *Tunſtate d' alumine* L.)
10) mit Bernſteinſäure: berſteinſaure Thonerde (argilla ſuccinata. *Succinate d' alumine* L.)

Die Thonerde macht einen Beſtandtheil aus: in der Porzellanerde, im gemeinen Thone, im Jaſpis, im Opal, im Pechſtein, im Demantſpath, im Feldſpath, im Thonſchiefer, im Brandſchiefer, im Alaunerz, im Glimmer, in der Hornblende, in der Grauwacke, im Baſalt, in der Lava, im Bimſtein. Ferner auch im Hyacinth, Chryſolith, im Granat, im Rubin, im Sapphir, im Topas, im Smaragd, im Berill, im Schörl, im Thumerſtein, im Hornſtein, im Feuerſtein, im Chalcedon, Holzſtein, Zeolith, Kreuzſtein, im Tripel, im Speckſtein, in der Walkerde, im Bol, im Kyanit, im Mergel, im bituminöſen Mergelſchiefer.

§. 385. 4) Die Schwererde (terra ponderoſa, *Baryte* L.) iſt in ihrem Zuſtande der Reinigkeit im Waſſer auflöslich, wiewohl nur wenig; denn ſie braucht nach Bergmann 900 Theile Waſſer dazu. Dieſe Auflöſung iſt ſcharf und ſchrumpfend von Geſchmack, und wirkt, wie das Kalkwaſſer, auf verſchiedene Pflanzenſorten. Sie unterſcheidet ſich aber von der reinen Kalkerde durch ein größeres eigenthümliches Gewicht, und durch andere Mittelſalze, die ſie mit den Säuren liefert. Sie giebt:

1) mit Vitriolſäure: Schwerſpath, Bologneſerſtein (ſpathum ponderoſum. *Sulfate de baryte* L.)
2) mit Salpeterſäure: ſalpeterſaure Schwererde (terra ponderoſa nitrata. *Nitrate de baryte* L.)

3) mit

3) mit Küchenſalzſäure: küchenſalzſaure Schwererde (terra ponderoſa muriatica. *Muriate de baryte* L.)

4) mit Flußſpathſäure: flußſpathſaure Schwererde (terra ponderoſa fluorata. *Fluate de baryte* L.)

5) mit Boraxſäure: boraxſaure Schwererde (terra ponderoſa boraxata. *Borate de baryte* L.)

6) mit Phosphorſäure: phosphorſaure Thonerde (terra ponderoſa phosphorata. *Phosphate de baryte* L.)

7) mit Arſenikſäure: arſenikſaure Schwererde (terra ponderoſa arſenicata. *Arſeniate de baryte* L.)

8) mit Molybdänſäure: molybdänſaure Schwererde (terra ponderoſa molybdaenica. *Molybdate de baryte* L.)

9) mit Wolframſäure: wolframſaure Schwererde (terra ponderoſa wolframica. *Tunſtate de baryte* L.)

10) mit Bernſteinſäure: bernſteinſaure Schwererde (terra ponderoſa ſuccinata. *Succinate de baryte* L.)

11) mit Luftſäure: luftſaure Schwererde, Witherit (terra ponderoſa aërata. *Carbonate de baryte.* L.)

Die Schwererde macht einen Beſtandtheil aus: im Witherit, im Schwerſpath, im Kreuzſtein.

§. 386. 5) Die Kieſelerde (terra ſilicea, *Silice* L.) iſt nicht, wie die vorigen, vermögend, mit den

den Säuren Verbindungen einzugehen, außer mit der Flußſpathſäure. Das Waſſer löſt ſie nicht auf; doch geſchieht es, nach **Bergmann**, in dem Waſſer, deſſen Hitze die des gewöhnlichen Siedepuncts überſteigt.

Die Kieſelerde macht einen Beſtandtheil des Quarzes, des Bergkryſtalls, des Praſers, des Hyacinths, des Chryſoliths, des Olivins, des Granats, Rubins, Saphirs, Topaſes, Smaragds, Berills, Schörls, Thumerſteins, Hornſteins, Feuerſteins, Chalcedons, Holzſteins, Heliotrops, Chryſopras, Kieſelſchiefers, Obſidians, Katzenauges, Prehnits, Zeoliths, Kreuzſteins; — imgleichen des Zirkon, des Demantſpathes, der Porzellanerde, des Thons, des Jaſpis, Opals, Pechſteins, Feldſpaths, Thonſchiefers, Tripels, Glimmers, der Hornblende, der Wacke, des Baſalts, der Lava, des Bimſteins, des Speckſteins, des Nephrits, der Walkerde, des Meerſchaums, des Bols, Serpentins, Aſbeſtes, Strahlſteins, Tremolits, und Mergels aus.

§. 387. Die Kieſelerde iſt für ſich unſchmelzbar, mit feuerbeſtändigen Alkalien aber ſchmelzt ſie in der Hitze zuſammen, und liefert damit im gehörigen Verhältniſſe die bekannte durchſichtige, harte, ſpröde, im Waſſer unauflösbare, auf dem Bruch glänzende, ſchmelzbare und feuerbeſtändige Materie, das **Glas**. Je mehr Laugenſalz zum Glaſe geſetzt worden iſt, um deſto weicher und ſchmelzbarer wird das Glas, und deſto weniger widerſteht es der Einwirkuug des Waſſers und der Säure, und ſo geben vier Theile feuerbeſtändiges Gewächsalkali mit einem Theile Kieſelerde ein Glas, das an der Luft unſcheinbar wird, daraus die Feuchtigkeiten in ſich nimmt, und ſich im Waſſer vollkommen auflöſt (Kieſelfeuchtigkeit, liquor ſilicum). Eine jede Säure ſchlägt daraus die Kieſelerde nieder.

Auch andere Erden machen die Kieſelerde ſchmelzbar. Metalliſche Kalke laſſen ſich auch mit dem Glaſe zuſammen-

menſchmelzen. — In der Chemie nimmt man das Wort Glas in einem weitläuftigen Sinne, und hat ſalzigte, erdigte, und metalliſche Gläſer. Die undurchſichtigen Gläſer nennt man auch Schlacken.

§. 388. 6) Die **Zirkonerde** iſt vom Hrn. **Klaproth** in dem Zirkon entdeckt worden. Sie iſt in den Säuren auflösbar, hat aber keine Verwandtſchaft zur Luftſäure; und löſt ſich auch in den ätzenden Alkalien auf naſſem Wege durch Hülfe der Wärme nicht auf. Durch das erſtere Kennzeichen unterſcheidet ſie ſich von der Kieſelerde, durch das zweyte von der Kalk-, Bitter- und Schwererde; durch das dritte vom der Thonerde.

Chemiſche Unterſuchung des Zirkons von Hr. Klaproth; in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde, von der Geſellſch. naturforſch. Freunde zu Berlin. B. III. 1789. S. 147. ff.

§. 389. 7) Die **Demantſpatherde** iſt auch vom Hrn. **Klaproth** im Diamantſpathe entdeckt worden. Sie iſt in Säuren und in Alkalien gar nicht auflöslich. Durch letzteres Kennzeichen unterſcheidet ſie ſich von der Kieſelerde; durch das erſtere von allen übrigen Erden.

Kleine mineraliſche Beyträge vom Hrn. Prof. Klaproth; in Crells chemiſchen Annalen. 1789. B. I. S. 5.

§. 390. 8) Die **Auſtralerde** iſt vom Hrn. **Wedgewood** in einer Erdart von Neu-Süd-Wales entdeckt worden. Sie iſt unauflöslich im Waſſer, in Vitriolſäure und Salpeterſäure, wird aber von der concentrirten Küchenſalzſäure durch Hülfe der Hitze aufgelöſt, doch durch bloßes reines Waſſer daraus wieder niedergeſchlagen. Gegen die Luftſäure hat ſie keine Verwandtſchaft. In Alkalien iſt ſie auf naſ-

naſſem Wege) unauflösbar. Im ſtrengen Feuer iſt ſie für ſich ſchmelzbar.

Zergliederung einer mineraliſchen Subſtanz aus Neu-Süd-Wales, von Hrn. Joſ. Wedgewood; aus den *Philoſophic. Tranſactions* Vol. LXXX. 1790. S. 306. ff. überſ. in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. S. 479. ff.

Metalle.

§. 391. Die dritte Claſſe der mineraliſchen Subſtanzen machen die **Metalle** aus. Sie unterſcheiden ſich durch ihre Dichtigkeit, Undurchſichtigkeit, einen eigenthümlichen Glanz, Unauflösbarkeit im Waſſer, durch ihre Schmelzbarkeit, und dadurch, daß ſie beym Schmelzen in irdenen Gefäßen mit convexer Fläche ſtehen, von den Körpern anderer Claſſen. Die Metalle übertreffen an ſpecifiſchem Gewicht alle andere bekannten Körper.

Die angeführten Unterſcheidungsmerkmale paſſen nur auf die reguliniſchen Metalle, nicht auf ihre Kalke, die eigentlich hier geſetzt werden müßten, und wovon nachher geredet werden wird.

§. 392. Wir kennen gegenwärtig achtzehn verſchiedene metalliſche Subſtanzen: 1) **Platina**, 2) **Gold**, 3) **Silber**, 4) **Queckſilber**, 5) **Bley**, 6) **Kupfer**, 7) **Eiſen**, 8) **Zinn**, 9) **Zink**, 10) **Wismuth**, 11) **Nickelmetall**, 12) **Spießglanzmetall**, 13) **Arſenik**, 14) **Koboldmetall**, 15) **Braunſteinmetall**, 16) **Molybdänmetall**, 17) **Wolframmetall**, und 18) **Uranium**.

§. 393. Die mehreſten dieſer Metalle haben die Fähigkeit, ſich durch Hämmern oder Druckwerk mehr oder weniger platt drücken, dehnen und verlängern zu laſſen, oder beſitzen Geſchmeidigkeit; andere hin-

hingegen ſind ſo ſpröde, daß ſie unter dem Hammer in Stücke zerſpringen. Die erſtern nennt man **Ganzmetalle** (metalla perfecta); die andern **Halbmetalle** (ſemimetalla). Dieſe Benennung iſt aber eben ſo unſchicklich, als die Eintheilung ſelbſt nicht wiſſenſchaftlich iſt.

§. 394. Die mehreſten Metalle ſchmelzen im Feuer, ohne vorher einen merklichen Zwiſchenzuſtand der Conſiſtenz anzunehmen; nur das Eiſen und die Platina ſind hiervon ausgenommen, die vor dem Schmelzen erſt merklich weich werden, und daher die ſo nützliche Eigenſchaft haben, ſich **ſchweißen** zu laſſen.

§. 395. Bey einem recht langſamen Erkalten nehmen die Theilchen der geſchmolzenen Metalle durch das Geſtehen auch eine regelmäßige und beſtimmte Figur an, oder erleiden eine Kryſtalliſation (§. 130.). Bey den ſprödern, oder ſogenannten Halbmetallen, z. B. beym Wismuthe und Spießglanzmetalle, iſt die kryſtalliniſche Fügung der Theilchen ſehr leicht wahrzunehmen; bey den zähen aber fällt ſie nicht ſo leicht in die Augen, weil man die innern Theile derſelben in ihrer natürlichen Lage nicht ſo gut zu Geſicht bekömmt, indem ſich dieſelbe wegen der Zähigkeit und Dehnbarkeit der Maſſe beym Zerreißen ändert.

§. 396. In Anſehung der Schmelzbarkeit der Metalle findet eine ſehr große Verſchiedenheit ſtatt. So ſchmelzt das Queckſilber ſchon in der Temperatur unſerer Atmoſphäre; Zinn, Wismuth, Bley, Zink, vor dem Glühen; Spießglanzmetall, Silber, Gold, Kupfer, Koboltmetall, Eiſen nach dem Glühen, und die Platina erſt in einer ſehr ſtarken Gluth.

§. 397.

§. 397. Die mehreſten Metalle ſind in ihrem gewöhnlichen Schmelzfeuer beſtändig und fix, wie z. B. Gold, Silber, Kupfer, Eiſen, Bley, Zinn; andere ſind flüchtig, oder laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen durch die Hitze in expanſible Flüſſigkeiten, nemlich in Dämpfe, verwandeln, wie z. B. Queckſilber, Wismuth, Arſenik, Spießglanzmetall, Zink. Doch ſind auch die feuerbeſtändigſten, wie Gold und Silber, in ſehr großer Gluth, flüchtig.

§. 398. Die mehreſten Metalle laſſen ſich unter einander zuſammenſchmelzen, und es entſtehen daraus mannigfaltige **Metallgemiſche, Metallverſetzungen, Legirungen**, die wegen ihrer beſondern Eigenſchaften oft von großem Nutzen ſind. Merkwürdig iſt es, daß ſich einige Metalle nicht untereinander zuſammenſchmelzen laſſen.

Beyſpiele von dieſen **Metallgemiſchen** giebt: das mit Kupfer, oder mit Silber, oder mit beiden zugleich legirte Gold; das mit Kupfer legirte Silber; die aus Kupfer und Zinn beſtehende **Bronze** (aes), oder das Stückgut und Klockengut; das aus Zink und Kupfer beſtehende **Meſſing** (orichalcum), das aus eben dieſen Metallen zuſammengeſetzte **Tombak**, Prinzmetall, Similor; das weiße **Kupfer** aus Kupfer und Arſenik, das Pfundzinn aus Zinn und Bley, und ähnliche Compoſitionen.

§. 399. Alle Metalle, nur Gold, Silber, und Platina ausgenommen, erfahren ſchneller oder langſamer eine ſehr merkwürdige Veränderung, wenn ſie beym Zutritt der atmoſphäriſchen Luft der Schmelzhitze ausgeſetzt werden. Wird z. B. Bley in einem offenen Gefäße geſchmolzen, ſo verliert es ſehr bald ſeine glänzende, ſpiegelnde Oberfläche, und wird mit einer grauen erdigten Haut überzogen. Streicht man dieſe zurück, ſo kömmt zwar der metalliſche

Glanz

Glanz des Bleyes auf der Oberfläche wieder zum Vorſchein; aber es währt nicht lange, ſo iſt dieſe erdigte Haut wieder da, und man kann ſolchergeſtalt bey fortgeſetzter Arbeit alles Bley in einen ſolchen grauen Staub verwandeln. Dieſer im Feuer entſtandene Staub vom Bley hat ganz das Anſehen einer Erde, iſt pulverigt und locker. Der metalliſche Glanz, der Zuſammenhang, und die große Anzahl ſinnlicher Eigenſchaften, die dem Bley als Metall zukommen, ſind verlohren gegangen.

§. 400. Metall, das auf irgend eine Weiſe dieſe Veränderung erfahren hat, heißt ein **metalliſcher Kalk** (calx metallica), auch wol wegen der Form die **Erde des Metalles** (terra metallica). Metall hingegen, das mit den §. 391. erwähnten Eigenſchaften verſehen iſt, **reguliniſches Metall**, oder auch ein **metalliſcher König** (regulus). Da Gold, Silber und Platina ſich nicht durch die Schmelzhitze **verkalken**, oder in Kalk verwandeln laſſen, ſo unterſcheidet man ſie auch durch den Namen der **edlen Metalle** (metalla nobilia) von den übrigen, die dieſe Eigenſchaft beſitzen, und die man **unedle** (metalla ignobilia) nennt.

§. 401. Die Kalke der Metalle haben ſowohl nach dem Unterſchiede der Metalle, als nach dem Grade der bey der Verkalkung angewandten Hitze verſchiedene Farben. Alle beſitzen wegen ihres lockern und loſern Zuſammenhanges ein geringeres eigenthümliches Gewicht, als die reguliniſchen Metalle, woraus ſie entſtanden ſind. Die Kalke der flüchtigen Metalle ſind viel feuerbeſtändiger, als die Metalle ſelbſt, aus denen ſie entſtanden ſind, und alle

er=

erfordern zum Schmelzen eine weit größere Hitze, als ihre Metalle. Sie gehen alle, wo nicht für ſich allein, doch in Verbindung mit andern, beym Schmelzfeuer in ein Glas über, das immer von anſehnlicher Dichtigkeit iſt. Dieſe metalliſchen Gläſer (vitra metallica) beſitzen ganz und gar nicht mehr die Eigenſchaften der reguliniſchen Metalle; ſie fließen im Feuer in den irdenen Schmelzgefäßen nicht mehr mit convexer Fläche, weil ſie mit dieſen Gefäßen jetzt cohäriren (§. 139.); ſie vermiſchen ſich im Fluſſe mit andern erdigten und ſalzigten Gläſern, wie mit dem gemeinen Glaſe, und theilen ihnen nach ihrer unterſchiedenen Natur verſchiedene Farben mit. Die metalliſchen Kalke und Gläſer können auf keine Weiſe mit den reguliniſchen Metallen zuſammengeſchmolzen werden, und zeigen überhaupt ganz andere Verhältniſſe gegen andere Körper, als dieſe. Von den gemeinen Erden (§. 377.) unterſcheiden ſich die Metallkalke theils durch ihre Eigenſchaft, das Glas, womit ſie zuſammengeſchmolzen worden ſind, zu färben, theils dadurch, daß ihre Auflöſung in Säuren durch Blutlauge gefällt wird. Einige wenige Kalke der Metalle, wie der des Arſeniks, des Molybdän- und des Wolframmetalls zeigen ſich als Säuren (§. 361 — 63.).

§. 402. Ein ſehr merkwürdiges Phänomen bey den metalliſchen Kalken und Gläſern iſt, daß ſie ein größeres abſolutes Gewicht haben, als das reguliniſche Metall hatte, aus dem ſie entſtanden ſind. Dieſe Zunahme des abſoluten Gewichts findet bey allen Metallkalken ſtatt, und zwar bey einigen mehr, bey andern weniger, vorausgeſetzt, daß von dem Metallkalke ſelbſt nichts verlohren gegangen iſt,

was

was bey flüchtigen Metallen, leicht ſtattfinden kann.

§. 403. Die metalliſchen Kalke und Gläſer laſſen ſich beym Zuſatz brennlicher Dinge, unter Ausſchluß der reſpirabeln Luft, durchs Schmelzfeuer wieder in reguliniſche Metalle verwandeln, was man das **Wiederherſtellen** oder **Reduciren** derſelben nennt. Metallkalke, die ſchwer und ſtreng im Feuer fließen, erfordern dazu ſolche verbrennliche Dinge, die ihr Brennbares nicht zu leicht oder zu ſchnell fahren laſſen. Bey dieſer Wiederherſtellung verliert ſich nun wieder die Zunahme des abſoluten Gewichts, welche die metalliſchen Kalke und Gläſer hatten, und das wiederhergeſtellte Metall hat wieder alle Eigenſchaften eines reguliniſchen Metalles erlangt.

Die edlen Metalle laſſen ſich zwar nicht durch Feuer verkalken, aber doch auf naſſem Wege durch Säuren, wie nachher angeführt werden wird. Die Wiederherſtellung aus ihren Kalken geſchiehet durch Schmelzen dieſes Kalks im Glühefeuer, auch ohne Zuſatz von brennbaren Dingen. Der Kalk des Queckſilbers iſt ihnen in dieſem letztern Stück ähnlich.

§. 404. Da bloß brennbare Dinge und nur ſie allein zur Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Gläſern und Kalken dienen, ſie mögen übrigens aus einem Reiche der Natur ſeyn, aus welchem ſie wollen; ſo ſcheint es mir gar keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, daß die Metalle beym Verkalken ihr Brennbares, d. h. ihren gebundenen Licht- und Wärmeſtoff, verlieren und beym Reduciren wieder erhalten. Es folgt hieraus unmittelbar, daß die Metalle aus ihrem Kalke und dem brennbaren Weſen zuſammengeſetzt ſind, und daß von der Verbindung

des

des letztern mit dem Kalke die reguliniſche Eigenſchaft des Metalles abhängt. Die in der Folge bey der Lehre vom Feuer beyzubringenden Umſtände beweiſen offenbar, daß das Verkalken der Metalle ein wahres Verbrennen iſt, wie auch die wirkliche Entzündung mehrerer Metalle in der Hitze, wie des Zinks, des Kupfers, und des Stahls zeigt.

§. 405. Die Theorie des Verkalkens hängt zwar eigentlich mit der Lehre vom Verbrennen und vom Feuer zuſammen, die in der Folge erſt vorgetragen werden kann; indeſſen muß ich doch hier ſchon das Nöthigſte zur Erklärung des Verkalkens und Wiederherſtellens davon beybringen. Dieſemnach beſtehen die reguliniſchen Metalle aus dem ihnen eigenthümlichen und einfachen **Kalke** und dem **Brennſtoff**. Der Brennſtoff ſelbſt iſt die Zuſammenſetzung aus Licht- und Wärmeſtoff, die durch ihre Vereinigung mit dem Kalke des Metalles ihre urſprüngliche Expanſivkraft verlohren haben; aber auch hinwiederum durch ihre Verbindung mit dem Metallkalke die Eigenſchaften und Verhältniſſe deſſelben abändern. In der Schmelzhitze unter dem Zutritt der Luft zieht der reſpirable Theil der letztern aus dem geſchmolzenen unedlen Metalle den Brennſtoff in ſich, deſſen Zuſammenhang mit dem Kalke des Metalles durch die Erhitzung ſchwächer geworden iſt. Der Antheil des Brennſtoffs, der hierbey wieder frey wird, bildet das Verbrennen oder das Feuer; der, welcher von dem reſpirablen Theil der Luft wieder aufgenommen wird, verwandelt dieſe in phlogiſtiſirte Luft oder Stickluft. Nach der Wegnahme des Brennſtoffs aus dem Metallkalke bleibt dieſer nun

mit ſeinen ihm zukommenden eigenthümlichen Eigenſchaften zurück, verſchieden von dem zuſammengeſetzten reguliniſchen Metalle. So wie der Kalk des Metalles, als eine nicht expanſive Subſtanz, durch ſeine Vereinigung mit dem Licht- und Wärmeſtoff die urſprüngliche Grundkraft derſelben, die ſie afficirt, die Expanſivkraft, raubt, oder vielmehr ruhend macht; ſo hebt auf der andern Seite das nicht ſchwere Feuer, d. h. der Licht- und Wärmeſtoff, durch die Fixirung zum Brennſtoff, d. h. zum fixirten Feuer, in den Partikeln des Kalks, mit denen es ſich vereinigt, die Schwerkraft auf; und dieſe in Verbindung mit den übrigen Kalktheilen, mit denen ſie zuſammen eine chemiſche Zuſammenſetzung, das reguliniſche Metall, ausmachen, müſſen nun freylich weniger abſolutes Gewicht haben, als die vom Brennbaren entblößten Metallkalktheilchen allein haben würden, wie es oben §. 344. im Allgemeinen ausgedrückt worden iſt. Durch die Verkalkung, das iſt, durch die Entziehung des Brennſtoffs, oder des gebundenen Feuers, wird alſo dem Metalle das wiedergenommen, was in einem Antheile ſeiner ſchweren Maſſe die Schwere ganz aufgehoben hatte, und folglich werden nun wieder nach der vollkommnen Verkalkung alle ſeine Theilchen von der Schwere afficirt; es muß alſo auch das Product aus der Schwerkraft durch die ſchwere Maſſe größer werden, weil die letztere größer geworden iſt, oder das Gewicht muß zunehmen. Die reſpirable Luft, die bey der Verkalkung des Metalles ſeinen Brennſtoff aufnimmt, muß dadurch auf der andern Seite im Gewicht vermindert werden, wie auch die Erfahrung lehrt. Die Wiederherſtellung der Metallkalke zu reguliniſchen

Metallen beſteht darin, daß jene aus den zugeſetz-ten brennbaren Dingen den Brennſtoff, der näher mit ihnen verwandt iſt, als mit den übrigen Be-ſtandtheilen, die die Zuſammenſetzung dieſer ver-brennlichen Dinge ausmachen, beym Schmelzen in ſich nehmen, wobey freylich der Ausſchluß der re-ſpirabeln Luft ſtattfinden muß, die ſonſt das herge-ſtellte Metall wieder verkalken würde. Dadurch muß der Metallkalk wieder in ſeinem Gewichte, ſo wie in andern Verhältniſſen, verändert werden. Die übrigen Beſtandtheile der zum Reduciren ge-brauchten verbrennlichen Dinge entweichen vermit-telſt der Hitze theils als expanſible Flüſſigkeiten, theils bleiben ſie verändert zurück. — Die edlen Metalle laſſen ſich wegen der ſehr ſtarken Verwandt-ſchaft ihrer Kalke zum Brennſtoff nicht durchs Feuer verkalken; und dieſe ihre Kalke binden auch beym Schmelzen im Glühen das Feuer, oder den freyen und Licht- und Wärmeſtoff, und laſſen ſich alſo ohne Zuſatz brennbarer Dinge, auch beym Zutritt der re-ſpirablen Luft reduciren. In dieſer Eigenſchaft kömmt auch der Kalk des Queckſilbers mit den Kalken der edlen Metalle überein.

Einige Metallkalke nehmen eine verſchiedene Quantität des Brennſtoffs in ſich auf, und zeigen nach dieſer verſchiedenen Stufe der Phlogiſtiſirung verſchiedene Eigenſchaften. Beyſpiele giebt das Eiſen, das dadurch als Gußeiſen, Stahl, geſchmeidig Eiſen, und Eiſen-mohr erſcheint; ferner das Arſenikmetall, das als Arſe-nikkönig, als ſchwarzer Arſenikkalk und als weißer Arſenik ein verſchiedenes Verhältniß des Brennſtoffs zum Kalk enthält.

Nach dem Syſtem des Herrn Lavoiſier ſind die re-guliniſchen Metalle einfache Subſtanzen. Die unedlen haben eine ſtarke Verwandtſchaft zum Sauerſtoff (oxy-gene), der die Baſis des reſpirablen Antheils (gas oxygene) der atmoſphäriſchen Luft ausmacht. In

der Schmelzhitze ſaugen ſie dieſen Sauerſtoff in ſich, und werden dadurch zu den, ihrem abſoluten Gewichte nach vermehrten Metallkalken, die folglich aus dem reguliniſchen Metall und dem Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind, und alſo auch andere Eigenſchaften und Verhältniſſe haben, als das reguliniſche Metall allein hat. Weil aber dieſe Metallkalke noch nicht die Eigenſchaften einer Säure durch die Aufnahme des Sauerſtoffs erhalten, ſo nennt er ſie *Oxydes* (Halbſäuren). Nur Arſenikmetall, Molybdänmetall und Wolfram ſind fähig, ſo viel Sauerſtoffe aufzunehmen, daß ſie als Säuren (*acides*) erſcheinen. Die Verkalkung heißt daher auch nach dieſem Syſtem eine *Oxydation*. Die Reduction beſteht darin, daß verbrennliche Subſtanzen, d. h. ſolche Subſtanzen, die fähig ſind, dem Gas oxygene den Sauerſtoff zu entziehen, durch ihre nahe Verwandtſchaft dazu ihn in der Glühehitze dem Metallkalke rauben, folglich ihn nun wieder als reguliniſches Metall, und mit vermindertem Gewicht zurücklaſſen. — Die Kalke der edlen Metalle, und auch der Kalk des Queckſilbers werden nach dieſer Theorie dadurch wieder hergeſtellt, daß der Sauerſtoff durch die Hitze für ſich allein ausgetrieben wird, und als Lebensluft (gas oxygene) entweicht. — Schade nur, daß es nicht erwieſen iſt, daß Kalke der edlen Metalle an ſich, und wenn ſie keine Feuchtigkeit und kein Waſſer enthalten, auch die Lebensluft, bey ihrer Wiederherſtellung für ſich im Glühefeuer, liefern.

§. 406. Die unedlen Metalle verlieren in der reſpirablen Luft, zumal, wenn ſie feucht iſt, einige früher, andere ſpäter, ihren metalliſchen Glanz, werden unſcheinbar, oder auf der Oberfläche in Roſt verwandelt. Dies Roſten der Metalle iſt eine wahre Verkalkung derſelben, wobey ihr Brennſtoff nach und nach an die Luft tritt, ohne frey zu werden; und der Roſt ſelbſt iſt Metallkalk, der zu gleicher Zeit mit Luftſäure und Feuchtigkeit beladen wird.

§. 407. Das eigentliche Auflöſungsmittel für die Metalle auf naſſem Wege ſind die Säuren. Aber nicht jede Säure greift alle reguliniſche Metalle an, und nicht jedes reguliniſche Metall wird in allen

Säuren aufgelöſt. Dieſe Auflöſung geſchiehet allemal mit mehr oder weniger Aufbrauſen und mit Entwicklung von Luftarten. So iſt die Auflöſung eines reguliniſchen Metalles in concentrirter Vitriolſäure mit der Entwickelung von Schwefelluft, die in verdünnter Vitriolſäure und in Salzſäure mit der von brennbarer Luft, und die in Salpeterſäure mit der von Salpeterluft begleitet. Dieſe Luftarten können ohne Brennbares nicht entſtehen, wie ihre nähere Unterſuchung in der Folge lehren wird. Dies zeigt alſo ſchon, daß bey der Auflöſung der reguliniſchen Metalle in Säuren brennbares Weſen abgeſchieden werde; und wirklich lehrt auch die Erfahrung, daß ſich die Metalle in ihrem ſauren Auflöſungsmittel nur als Kalke aufgelöſt befinden. Bey der Auflöſung der vollkommnen metalliſchen Kalke in den Säuren entwickeln ſich daher auch jene Luftarten nicht, und mehrere Säuren, die wegen ihrer phlogiſtiſchen Beſchaffenheit wenig Anziehung zum Brennſtoff haben, löſen die Kalke der Metalle auf, wenn ſie auch das reguliniſche Metall nicht auflöſen konnten. Einige völlig dephlogiſtiſirte Metallkalke ſind indeſſen in einigen Säuren gar nicht auflösbar. Uebrigens iſt dieſe Auflöſung in Säuren auch ein Mittel, ſelbſt die edlen Metalle in den kalkförmigen Zuſtand zu bringen.

Nach der Theorie des Herrn Lavoiſier entziehen die Metalle den Säuren einen Theil ihres Sauerſtoffs und werden dadurch zu Halbſäuren (Oxides) oder Kalken.

§. 408. Die Säuren treten mit den Metallkalken, die ſie aufgelöſt haben, zu neuen Körperarten zuſammen, und bilden **metalliſche Salze** (ſalia metal-

metallica), oder Mittelſalze mit einer metalliſchen Baſis, die eine ſehr wichtige Gattung der Salze (§. 353.) ausmachen. Sie unterſcheiden ſich unter einander nach ihrer metalliſchen Baſis und der Säure, in der Kryſtalliſirbarkeit, der Geſtalt und Farbe der Kryſtalle, der Auflösbarkeit im Waſſer und Weingeiſte, dem Geſchmacke, dem Verhalten an der Luft, u. ſ. w.

§. 409. Die Alkalien und alkaliſchen Erden ſchlagen die Metalle aus ihren Auflöſungen in Säuren nieder; aber natürlicherweiſe nur kalkförmig. Da auch die Säuren eine verſchiedene Verwandtſchaft gegen einen und denſelbigen Metallkalk haben, ſo können auch die metalliſchen Salze durch andere Säuren zerlegt werden, die näher mit dem Metallkalk verwandt ſind, als das vorige Auflöſungsmittel.

§. 410. Die verſchiedenen reguliniſchen Metalle beſitzen gegen einerley Säure nicht gleich ſtarke Verwandtſchaft, und es läßt ſich daher einerley Metall durch ein anderes daraus niederſchlagen. Hängt man z. B. in die mit Waſſer verdünnte Auflöſung des Kupfers in Vitriolſäure ein polirtes Eiſenblech, ſo wird dies auf der Oberfläche mit reguliniſchem Kupfer überzogen (Cementkupfer), und mit der Zeit wird alles Kupfer herausfallen, und die Auflöſung in eine Eiſenauflöſung verwandelt werden. Durch vollkommenen Eiſenkalk geſchieht dieſer Niederſchlag des reguliniſchen Kupfers nicht, nur durch reguliniſches Eiſen. So kann man ein Metall durch ein anderes aus ſeiner Auflöſung reguliniſch niederſchlagen. Man bemerkt hierbey keine Entwickelung von Luftarten, die

ſonſt

ſonſt bey der Auflöſung der reguliniſchen Metalle in Säuren zum Vorſchein kommen, und doch wird das fallende reguliniſche Metall eben ſo im kalkförmigen Zuſtande von der Säure aufgenommen, als ſonſt für ſich allein. Es geht alſo hier eine doppelte Wahlverwandtſchaft vor, dergeſtalt, daß der Brennſtoff des zugeſetzten fällenden reguliniſchen Metalles an den Kalk des vorher aufgelöſten Metalles tritt, und ihn wiederherſtellt, während daß die Säure das zugeſetzte reguliniſche Metall kalkförmig in ſich nimmt. Es iſt dies alſo eine Wiederherſtellung des Metalles auf naſſem Wege. Mehrere Metalle bilden bey dieſer Niederſchlagung aus Säuren durch andere reguliniſche Metalle, kraft der eigenthümlichen Anziehung und Gruppirung der Grundmaſſen derſelben, (§. 131.) kryſtalliniſche Anſchüſſe, und geben ſo Gelegenheit zur Entſtehung der ſogenannten **künſtlichen Vegetationen** oder **Dianenbäume.**

Hieher gehört insbeſondere: 1) der Silberbaum (arbor Dianae). Man nimmt drey Theile geſättigte Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure, zwey Theile geſättigte Auflöſung des Queckſilbers in Salpeterſäure, und zwanzig Theile deſtillirtes Waſſer, vermiſcht es mit einander, ſeihet es klar durch, und gießt es in einem engen cylindriſchen Glaſe mit flachem Boden auf drey Theile von einem Amalgama, das aus einem Theile Silber und ſieben Theilen Queckſilber gemacht und völlig reguliniſch iſt. Es ſchlägt ſich nun durch die Zeit und Ruhe das Silber reguliniſch nieder, amalgamirt ſich mit dem überflüſſigen Queckſilber, und bildet kryſtalliniſche Anſchüſſe, deren Gruppirung die Vegetation ausmacht.

2) Der Bleybaum (*arbor Saturni*). Man löſet Bleyzucker in deſtillirtem Waſſer auf, ſeihet die Auflöſung klar durch, ſchüttet ſie in einen ſchmalen Glascylinder, und hängt an einem Faden ein Stück oder eine Stange Zink hinein. Es ſchlägt ſich das Bley durch die Ruhe kryſtalliniſch nieder, und hängt ſich an den Zink an.

3) Der Zinnbaum (*arbor Jovis*). Man erhält ihn, wie den vorigen, wenn man in die Auflöſung des Zinnes in Eſſigſäure reguliniſchen Zink hängt.

Nach dem Syſtem des Hrn. Lavoiſier geſchieht der reguliniſche Niederſchlag des Metallkalks aus der Säure durch ein anderes reguliniſches Metall ſo, daß das letztere dem aufgelöſten Kalk wegen ſeiner nähern Verwandtſchaft den anhängenden Sauerſtoff entzieht, und es ſolchergeſtalt wieder herſtellt.

§. 411. Die vollkommenen und reinen Kalke der Metalle ſind einfach, und der Art nach von einander verſchieden. So lange man nun noch nicht bewieſen hat, daß ein Metallkalk aus den Beſtandtheilen des andern zuſammengeſetzt iſt, ſo bleibt auch die Metallverwandlung immer noch ein Hirngeſpinnſt.

§. 412. Wir wollen nun noch die einzelnen Metalle nach ihren vorzüglichſten Unterſcheidungsmerkmalen, und ihre merkwürdigſten Producte betrachten.

1) Gold (Aurum, Sol). Ein edles Metall von einer gelben Farbe. Hat nach der Platina das größeſte eigenthümliche Gewicht unter allen bekannten Materien, eine mäßige Härte, geringe Federkraft und wenig Klang, eine ſehr große Zähigkeit und Ductilität (§. 40. Anm. 3.), keinen Geruch und keinen Geſchmack; iſt unwandelbar in der Luft und im Waſſer in ſeinem metalliſchen Glanze, ſchmelzt erſt in der Weißglühehitze; fließt mit einer Aquamarinfarbe; iſt ſehr feuerbeſtändig, und wird im reguliniſchen Zuſtande nur von der dephlogiſtiſirten Küchenſalzſäure, und durch ſie vom ſo genannten Königswaſſer oder Goldſcheidewaſſer, aus Salzſäure und Salpeterſäure beſtehend, ſonſt aber von keiner Säure aufgelöſt, die es nur im kalkförmigen Zuſtande auf-

löſen

löſen können. Der Kalk des Goldes färbt das Glas roth.

Zu den merkwürdigſten Producten des Goldes gehören

1) Die Auflöſung des Goldes in Königswaſſer. Sie iſt goldgelb von Farbe, und macht auf der Haut purpurrothe Flecke.

2) Das Knallgold (aurum fulminans), das aus der Auflöſung des Goldes in Königswaſſer und in andern Säuren durch Niederſchlagung mit flüchtigem Laugenſalze und Ausſüßen mit Waſſer erhalten wird.

3) Der Goldpurpur des Caſſius (purpura mineralis), aus der verdünnten Auflöſung des Goldes in Königswaſſer durch Auflöſung des Zinnes in Königswaſſer niedergeſchlagen. Er iſt Gold- und Zinnkalk, und ſchön purpurroth von Farbe.

§. 413. 2) **Platina** (Platina, platinum). Sie iſt ein edles Metall von einer ſilberweißen Farbe. Sie kömmt aus Peru in Amerika in Geſtalt kleiner, rundlicher geſletſchter Körner zu uns, die faſt das Anſehen des Eiſenfeils haben, und ſich wegen des anklebenden Eiſengehalts vom Magnet ziehen laſſen, was die reine Platina nicht thut. Das eigenthümliche Gewicht der reinen Platina iſt größer, als das irgend einer bekannten Materie. Sie läßt ſich dehnen und hämmern, oder iſt ſtreckbar, und übertrifft an Feſtigkeit das Gold. Ihre Härte iſt geringer als die vom geſchmeidigen Eiſen, aber größer, als die vom Kupfer. Sie iſt äußerſt ſtrengflüſſig; läßt ſich aber im Glühen ſchweißen, hat keinen Geſchmack und keinen Geruch, und verliert an der Luft ihren Glanz nicht. Sie wird von keiner bekannten Säure aufgelöſt, außer von der dephloſtiſirten Salzſäure, und durch dieſelbe vom Königswaſſer, oder dem Gemiſch aus Salzſäure und Salpeterſäure. Dieſe Auflöſung färbt die Haut ſchwarzbraun.

§. 414. 3) **Silber** (argentum, Luna, Diana). Es iſt ein edles Metall von einer weißen Farbe und einem ſehr ſtarken Glanze; ſehr dehnbar, von einer größern Härte und Elaſticität als das Gold, aber von einer geringern, als das Kupfer, und ohne Geruch und Geſchmack. Es ſchmelzt bey einer Hitze, die etwas geringer iſt, als die, worin das Gold fließt, und die anfangende Weißglühehitze iſt. An der Luft iſt es keinem Roſten und Beſchlagen ausgeſetzt, nur durch ſchwefligte Dünſte läuft es ſchwarz, auch wol bunt, an. Das wirkſamſte Auflöſungsmittel für das Silber iſt die Salpeterſäure; die Auflöſung iſt ungefärbt und klar, ätzend und ſcharf, und färbt die Haut ſchwarz.

Wir merken: 1) Silberſalpeter (argentum nitratum, *Nitrate d' argent* L.), aus dem man durch Schmelzen und Verjagen des Kryſtalliſationswaſſers 2) den Höllenſtein (lapis infernalis lunaris, *Nitrate d' argent fondu* L.) bereitet; 3) Hornſilber (luna cornua, *Muriate d' argent*), oder die Verbindung des Silbers mit Küchenſalzſäure; 4) Knallſilber (argentum fulminans), oder den Niederſchlag des Silbers aus der Salpeterſäure durch Kalkwaſſer, der nach dem Ausſüßen mit ätzendem flüchtigem Laugenſalze am Tageslichte digerirt worden iſt.

§. 415. 4) **Queckſilber** (Hydrargyrum, argentum vivum, Mercurius). Es hat den Glanz und die Farbe des Silbers, iſt in der bey uns gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre ſtets flüſſig, oder geſchmolzen, und alſo das leichtflüſſigſte aller Metalle. Es wird erſt feſt bey einer Verminderung der Wärme bis 40 Gr. unter 0 nach Fahrenheit. Im Feuer iſt es flüchtig, es kocht bey 600° nach Fahrenheit, und läßt ſich in Dunſt, oder in expanſible Flüſſigkeit verwandeln. Durch Schütteln und Reiben

ben verwandelt es ſich in einen unvollkommnen oder noch phlogiſtiſirten ſchwarzgrauen; und durch anhaltendes Erhitzen in einen vollkommenen, dunkelrothen Kalk, der ſcharf und metalliſch ſchmeckt. Dieſe und alle Kalke des Queckſilbers laſſen ſich durch die Glühehitze wieder zu reguliniſchem Queckſilber herſtellen, auch ohne Zuſatz von brennlichen Dingen (§. 405.). Die Salpeterſäure löſt das Queckſilber leicht auf, und die Auflöſung iſt ungefärbt und klar, ſcharf und ätzend von Geſchmack, färbt die Haut ſchwarz, läßt ſich kryſtalliſiren, und läßt nach dem Abrauchen und Calciniren einen hochrothen Kalk des Queckſilbers zurück, der ſich von dem im Feuer bereiteten durch innigſt damit verbundene ſalpeterſaure Theile unterſcheidet.

Wir merken von den Producten des Queckſilbers:
1) Den durch Schütteln und Reiben des laufenden Queckſilbers zu gewinnenden ſchwarzgrauen Kalk, oder den Aethiops per ſe. (*Oxide de mercure noirâtre* L.); 2) den durchs Feuer zu verfertigenden dunkelrothen Queckſilberkalk, oder den Mercurius praecipitatus per ſe (*Oxide de mercure rouge par le feu* L.); 3) den durchs Abrauchen der Auflöſung des Queckſilbers in Salpeterſäure und gelindes Calciniren des Rückſtandes zu erhaltenden Queckſilberkalk, oder den *Mercurius praecipitatus ruber* (*Oxide de mercure par l'acide nitrique* L.); 4) den Queckſilbervitriol, (mercurius vitriolatus), oder die Verbindung des Queckſilberkalks mit Vitriolſäure, die nach dem Abwaſchen mit heißem Waſſer 5) das ſchöngelbe mineraliſche Turpeth (*Turpethum minerale, Oxide de mercure jaune par l'acide ſulfurique* L.) giebt; 5) den Queckſilberſalpeter (Mercurius nitratus, *Nitrate de mercure* L.); 6) den ätzenden Queckſilberſublimat (mercurius ſublimatus corroſivus (*Muriate de mercure corroſif* L.), 7) den weißen Präcipitat (mercurius praecipitatus albus, *Muriate de mercure par precipitation* L.) und 8) das verſüßte Queckſilber (mercurius dulcis, *Muriate de mercure doux* L.), die alle drey ſalzſaures Queckſilber ſind, und ſich dadurch unterſcheiden, daß in dem erſtern der Queckſilberkalk vollkommen verkalkt oder dephlogiſtiſirt, in dem dritten unvoll-

vollkommen verkalkt iſt, und in dem zweyten ſich mehr oder weniger dem erſten oder dritten nähert.

Die Auflöſung anderer Metalle im Queckſilber heißt Amalgama.

§. 416. 5) Bley (Plumbum, Saturnus). Seine Farbe iſt bläulich weiß; ſein Glanz auf dem friſchen Bruche zwar ziemlich ſtark; es verliert ihn aber bald an der Luft und wird unſcheinbar; mit der Zeit roſtet es an der Luft, und wird mit einem graulich weißen Beſchlag überzogen, der luftſaurer Bleykalk iſt. Die Ductilität des Bleyes iſt ziemlich groß, aber ſeine Zähigkeit und Härte ſehr geringe. Es hat einen eigenen Geruch, wenn es gerieben, oder gebrannt wird. Im Feuer ſchmelzt es ſehr leicht, vor dem Glühen, bey 54° Gr. Fahrenh. Beym Glühen und in ſtarker Gluth iſt es flüchtig, und verwandelt ſich in einen weißlichen Rauch. Es wird beym Schmelzen leicht verkalkt, und in einen grauen Kalk (Bleyaſche) verwandelt, der bey ſtärkerer Hitze gelblich wird (Maſticot), dann in eine Art von Zuſammenſinterung kömmt, und eine blaßröthliche Farbe annimmt (Silberglätte, Bleyglätte), und zuletzt zu einem wirklichen Glaſe fließt (Bleyglas), das ſchön durchſichtig, honiggelb, und anſehnlich dicht iſt. Die Auflöſung des Bleyes in Säuren iſt ungefärbt.

Vom Bley iſt zu merken: 1) die Bleyaſche (cinis ſaturni, calx plumbi gryſea), der Kalk des Bleyes, der ſich bey der Hitze bildet, die noch nicht das Glühen erreicht; 2) der Maſticot (ceruſſa citrina, *Oxide de plomb jaune* L.), der beym anfangenden Glühen des vorigen Kalks entſteht; 3) die Bleyglätte (lithargyrium, *Oxide de plomb demi-vitreux* L.), oder der Kalk, der eine anfangende Zuſammenſinterung beym Glühen erlitten hat; 4) die Mennige (Minium, *Oxide de plomb rouge* L.), die aus dem mit Waſſer angefeuchteteten Maſticot durch Calciniren erhalten wird; 5) das Bley-

Bleyweiß (ceruſſa alba), der durch die Dämpfe des Eſſigs gebildete Bleykalk; 5) das Bleyglas (vitrum ſaturni), das durchs völlige Schmelzen aller vorhergenannten Bleykalke entſteht, und die Grundlage der Glaſur auf dem gemeinen Töpferzeuge ausmacht; 6) der Bleyeſſig (acetum lythargyrii, *Acetite de Plomb* L.), die Auflöſung des Bleykalks in Eſſig, die durch Abdunſten zu 7) dem Bleyzucker (ſaccharum ſaturni), einem ſüßſchmeckenden Salze anſchießt, deſſen ſüßer Geſchmack eben zu der gottloſen Verfälſchung des Weins mit Bleyglätte Anlaß gegeben hat.

§. 417. 6) **Kupfer** (cuprum, Venus). Es hat eine röthliche Farbe, iſt ſehr ductil und geſchmeidig, von einer großen Zähigkeit, einer beträchtlichen Härte und ziemlichen Federkraft; es iſt daher ſehr klingend. Beym Reiben und Erhitzen zeigt es einen merklichen und widrigen Geruch. Zum Schmelzen erfordert es eine ſtarke und Weißglühehitze, die man auf 1450° Fahrenh. ſchätzt. Beym allmählichen Erhitzen unter dem Zutritt der Luft läuft es mit bunten Regenbogenfarben an, und wird endlich mit einem ſchuppigten Kalke, dem Glüheſpan, überzogen. In der Glühehitze brennt das Kupfer, wenn die Luft Zugang haben kann, mit einer ſchönen grünen und blauen Flamme, und einem Rauche, der einen grüngrauen Kalk abſetzt. An der Luft verliert das Kupfer bald ſeinen reguliniſchen Glanz, und wird, wenn dieſe feucht iſt, auf der Oberfläche mit einem grünen Roſte überzogen, der ein luftſaurer Kupferkalk iſt. Faſt alle Säuren greifen das reguliniſche Kupfer geradezu an, und geben damit blaue oder grüne Auflöſungen.

Zu den merkwürdigſten Producten des Kupfers gehören: 1) der Kupfervitriol (vitriolum de cypro, *Sulfate de cuivre* L.), in blauen Kryſtallen; 2) das ſalzſaure Kupfer (cuprum muriaticum, *Muriate de cuivre* L.); das bey der Verdünnung mit Waſſer eine ſympathetiſche Tinte giebt, wovon die Schriftzüge beym Austrocknen

nen unſichtbar werden und durch Erwärmen wieder gelb zum Vorſchein kommen; 3) das Spangrün, der Grünſpan (viride aeris, *Oxide de cuivre verde* L.), ein luftſaurer, mit etwas Eſſigſäure verbundener Kupferkalk, durch Hülfe der Eſſigſäure gebildet; 4) der kryſtalliſirte Grünſpan (viride aeris cryſtalliſatum, *Acetite de cuivre* L.), oder das kryſtalliſirte eſſigſaure Kupfer; 5) die ſchön laſurblaue Auflöſung des Kupfers in flüchtigem Laugenſalze (cuprum ammoniacale; 6) das braunſchweigiſche Grün, ein durch die Salzſäure des Salmiaks gebildeter Kupferkalk.

§. 418. 7) **Eiſen** (ferrum, Mars). Kein einziges Metall iſt einer ſolchen Abwechſelung ſeiner Eigenſchaften fähig, als das Eiſen, dergeſtalt, daß man mit Recht eigene Arten deſſelben zu unterſcheiden genöthigt wird. Dahin gehören: **geſchmeidig Eiſen, Roheiſen** oder **Gußeiſen,** und **Stahl.** a) **Geſchmeidig Eiſen** (ferrum cuſum, ductile). Es hat eine graulichweiße Farbe, einen lichtgrauen, glänzenden, faſerigten und ſcharfen Bruch; ſeine Härte iſt nicht viel größer, als die vom Kupfer; es läßt ſich kalt und warm ſtrecken und ſchmieden, und hat eine große Zähigkeit, eine beträchtliche Dehnbarkeit, eine mäßige Federhärte; es iſt höchſt ſchwerflüſſig, und für ſich allein unſchmelzbar, außer beym Zutritt der Luft oder zwiſchen Kohlen, wo es in der anhaltenden Weißglühehitze ſchmelzt, doch mit Veränderung ſeiner Eigenſchaften. Schon in geringerer Hitze wird das Eiſen beym Zutritt der Luft verkalkt. Es läuft erſt mit bunten Regenbogenfarben auf der Oberfläche an, verwandelt ſich dann in Glühespan oder Hammerſchlag, was der unvollkommene Kalk des Eiſens iſt, und dieſer wird zuletzt beym anhaltenden Glühen unter dem Zutritt der Luft zu einem röthlichbraunen vollkommnen Kalk, der auch ohne zu ſchmelzen durch Calciniren mit brennlichen Dingen wie-

wieder zum unvollkommnen Kalk herzuſtellen iſt; auch an der Luft verwandelt es ſich leicht in Roſt; endlich gehört es noch zu den charakteriſtiſchen Merkmalen des geſchmeidigen Eiſens, daß es ſich ſchweißen läßt. b) Gußeiſen, Roheiſen (ferrum crudum). Es läßt ſich weder kalt noch warm ſchmieden oder ſtrecken; wol aber bey einer anhaltenden Weißglühehitze, die man auf 1600 Grad Fahrenh. ſchätzt, für ſich allein ſchmelzen; ſeine Farbe iſt mehr oder weniger lichtgrau, ſein Bruch nicht faſerig, ſondern mehr oder weniger feinkörnig; ſeine Härte und Sprödigkeit ausnehmend groß; es hat daher auch einen weit ſtärkern Klang, als geſchmeidig Eiſen; es roſtet nicht ſo leicht, als dieſes, und ſetzt nicht ſo leicht Glühespan ab. Durch öfteres Glühen und Schmieden wird es in erſteres verwandelt. c) Stahl (chalybs). Er iſt Eiſen, das, wenn es rothwarm glühet, nach dem plötzlichen Ablöſchen im kalten Waſſer, härter, ſpröder und unbiegſamer wird, vor dem Härten aber kalt und warm geſchmeidig iſt, und auch nach dem Härten durch neues Glühen ſeine Geſchmeidigkeit wieder erlangt. Er hat einen weißen lichtgrauen Glanz, einen feinkörnigten Bruch; und iſt einer ungemein großen Härte, aber auch auf der andern Seite wieder der Geſchmeidigkeit und Dehnbarkeit des geſchmeidigen Eiſens fähig. Er iſt für ſich allein ſchmelzbar, roſtet ſpäter als geſchmeidig Eiſen, früher als Roheiſen, und ſetzt ſpäter Glühespan ab, als erſteres; er läuft mit lebhaftern Farben des Regenbogens beym Erwärmen an, als das geſchmeidige Eiſen. Dieſe drey Sorten des Eiſens ſcheinen nur durch das Verhältniß des Brennſtoffs zum Eiſenkalk verſchieden zu ſeyn, das im Roheiſen am gröſeſten,

im geſchmeidigen Eiſen am kleinſten iſt, und im Stahl das Mittel hält. Allen dreyen Eiſenſorten iſt es eigenthümlich, nicht nur vom Magnet gezogen zu werden, d. h. retractoriſch zu ſeyn, ſondern auch ſelbſt zum Magnet, d. h. attractoriſch zu werden. — Das Eiſen iſt in allen Säuren auflöslich; doch nur dann, wenn es noch nicht vollkommen verkalkt iſt. Den vollkommenen Eiſenkalk löſen wenige Säuren oder löſen ihn in geringerer Menge auf; daher trüben ſich mehrere Eiſenſolutionen an der Luft, laſſen Eiſenocher fallen, und verändern ihre grüne Farbe in eine gelbe oder braune.

Es iſt vom Eiſen zu merken: 1) der Eiſenmohr (aethiops martialis, *Oxide de fer noir* L.), oder der unvollkommene Kalk des Eiſens, wohin auch der Hammerſchlag oder Glühespahn gehört; 2) der vollkommene Eiſenkalk (crocus martis, *Oxide de fer jaune* L.), wie z. B. der ausgeglühete Eiſenroſt; 3) der grüne Eiſenvitriol (vitriolum martis, *Sulfate de fer* L.); 4) das Berlinerblau (caeruleum berolinenſe), oder der Niederſchlag des Eiſens aus Säuren durch Blutlauge.

§. 419. 8) Zinn (Stannum, Jupiter). Es hat eine glänzend weiße Farbe, die etwas bläulicher iſt, als die vom Silber; es iſt ſehr weich, ziemlich dehnbar, wenig zähe, und von einer ſehr geringen Federkraft. Es hat daher auch wenig Klang. Es macht, wenn man es biegt, oder zwiſchen den Zähnen drückt, ein beſonderes Geräuſch; und hat, wenn es gerieben oder erhitzt wird, einen eigenthümlichen, etwas widrigen Geruch. Es ſchmelzt vor dem Glühen, bey dem 420 Gr. Fahrenh., und verwandelt ſich dann beym Zugang der Luft in ein graues Pulver, das beym anhaltenden Glühen endlich weißlich wird. Dieſer vollkommene Zinnkalk iſt höchſt ſtrengflüſſig, und giebt auch mit verglaſungsfähigen Subſtanzen kein durchſichtiges, ſondern ein mattweißes opakes

kes Glas, und macht die Baſis der weißen Email aus. Wenn das fließende Zinn unter dem Zutritt der Luft bis zum Glühen ſchnell erhitzt wird, ſo brennt es endlich mit einer kleinen hellweißen Flamme, und giebt einen weißen Dampf. An der Luft verliert das Zinn ſeinen reguliniſchen Glanz, doch weit langſamer, als Bley, und wird auch nicht mit einem eigentlichen Roſte überzogen. Alle Säuren greifen das Zinn an; die Auflöſungen ſind, wenigſtens bey einiger Verdünnung, ungefärbt.

Wir merken: 1) die Zinnaſche (cinis ſtanni. *Oxide d'etain gris* L.), oder den vollkommenen Zinnkalk. 2) Libavs rauchenden Spiritus und die Zinnbutter (*liquor fumans Libavii; butyrum ſtanni. Muriate d' etain fumant* und *concret* L.), eigentlich die concentrirte Verbindung der Salzſäure mit dem vollkommenen Zinnkalke. 3) Die Compoſition der Färber, oder die Auflöſung des Zinns in Königswaſſer.

§. 419. 9) Zink (Zincum). Ein bläulichtweißes Metall, das zwiſchen dem ſpröden und dehnbaren das Mittel hält, oder halbgeſchmeidig iſt, und auf dem Bruche eine kryſtalliniſche Fügung nicht undeutlich zeigt. Er ſchmelzt kurz vor dem Glühen, und brennt endlich beym Glühen unter dem Zutritt der Luft mit einer außerordentlich hellen und blendenden Flamme, aus der ſich ein ſehr lockerer und ungemein weißer Kalk erhebt, der im Feuer ſehr beſtändig iſt. An der Luft leidet der Zink nur wenig Veränderung; er verliert ſeinen metalliſchen Glanz nur langſam, ohne eigentlich zu roſten. Beym Ausſchluß der Luft iſt er in der Glühehitze flüchtig und läßt ſich unzerſetzt auftreiben. Er löſt ſich in allen Säuren auf, und giebt damit ungefärbte Auflöſungen.

Von ſeinen Producten nenne ich nur 1) die Zinkblumen (flores Zinci. *Oxide de Zinc ſublimé* L.), oder den vollkommenen Kalk des Zinks, und 2) den weißen Zinkvitriol (vitriolum Zinci. *Sulfate de Zinc* L.).

§. 420. 10) Wismuth (Bismuthum). Ein röthlich weißes ſehr ſprödes Metall, das ein blätteriges Gefüge hat, ziemlich hart iſt, noch vor dem Glühen ſchmelzt, bey 460 Gr. Fahrenh., beym Glühen unter dem Zutritt der Luft dampft und brennt, und ſich beym Ausſchluß der Luft in der Hitze unzerſetzt in die Höhe treiben läßt. Beym Schmelzen vor dem Glühen verwandelt er ſich unter dem Zutritt der Luft leicht in einen gelb bräunlichen Kalk, der beym Schmelzen in ein gelbes durchſichtiges Glas übergeht. Das wirkſamſte Auflöſungsmittel für ihn iſt die Salpeterſäure. Die Auflöſungen deſſelben ſind ungefärbt, und die Niederſchläge daraus weiß.

Ich merke bloß den Wismuthkalk, das Schminkweiß (calx bismuthi. *Oxide de bismuth blanc* L.), oder den Niederſchlag deſſelben aus der Auflöſung in Salpeterſäure durch bloßes Waſſer.

§. 421. 11) Nickelmetall (regulus Niccoli). Es hat eine lichtgrauweiße Farbe; iſt etwas ſtreckbar, und ſehr feſt; hat einen körnigen Bruch, keinen Geruch und Geſchmack; wird vom Magnet gezogen; iſt ſehr ſtrengflüſſig, und ſchmelzt erſt bey einer Hitze, wobey Eiſen fließt; er iſt ſehr feuerbeſtändig, und verwandelt ſich ſchwer in einen ſchönen hellgrünen Kalk, der mit dem Boraxe zu einem hyacinthfarbenen Glaſe ſchmelzt. Die Auflöſungen des Nickelmetalls in Säuren ſehen grün aus, wie die des Kupfers, und das flüchtige Laugenſalz liefert mit dem Nickelkalke auch eine blaue Auflöſung.

§. 422.

§. 422. 12) Arſenikmetall (regulus arſenici). Ein ſehr ſprödes Metall, von einer Bleyfarbe auf dem friſchen Bruch, und von einer beträchtlichen Härte. An der Luft verliert es ſehr bald ſeinen metalliſchen Glanz und wird unſcheinbar und ſchwarz. Im Feuer iſt es flüchtig, und läßt ſich beym Ausſchluß der Luft unzerſetzt in die Höhe treiben. Unter dem Zutritt der Luft verkalkt es ſich leicht, und entzündet ſich mit einer weißlich bläulichen Flamme, die einen ſehr weißen dicken Rauch von einem eigenen knoblauchsartigen Geruche verbreitet, der ſich als ein weißlicher Kalk anſetzt, und ſelbſt noch flüchtig iſt (weißer Arſenik), weil er noch Brennbares enthält. Dieſer Kalk zeigt eine ſalzigte ſäuerliche Natur, und wird zu einer völligen Säure, wenn er durch Hülfe der Salpeterſäure ganz dephlogiſtiſirt worden iſt. (Arſenikſäure §. 361). Die Verbindungen des Arſenikmetalles mit Säuren ſind ungefärbt.

Von den Producten des Arſeniks ſind hier anzuführen: 1) weißer Arſenik (arſenicum album, *Oxide d' arſenic blanc*), der unvollkommene, oder noch phlogiſtiſirte Kalk des Arſenikmetalles, der durch eine Sublimation gewonnen wird; 2) Arſenikſäure, (acidum arſenici, *Acide arſenique* L.) der vollkommene Kalk des Arſenikmetalles (§. 361.).

§. 423. 13) Kobaltmetall (cobaltum, regulus cobalti). Seine Farbe iſt weiß, fällt aber etwas ins Graulichblaue, ſein Bruch iſt feinkörnigt; es iſt ſpröde und zerfällt unter dem Hammer; doch zeigt es im Zuſtande der größeſten Reinigkeit Ductilität. Es iſt ſehr ſtrengflüſſig, und braucht zum Schmelzen eine Hitze, wobey Kupfer fließt; nach dem langſamen Erkalten zeigt es auf ſeiner Oberfläche eine netzförmige Bildung. Es iſt feuerbeſtändig. Es ver-

liert ſeinen Brennſtoff ſchon vor dem Schmelzen durch anhaltendes Glühen und Röſten, wie das Eiſen, beym Zugange der Luft. Der Kalk des Kobaltmetalles iſt ſchwärzlich; beygemiſchter Arſenik macht ihn röthlich oder braun. Dieſer Kalk iſt für ſich ſehr ſchwer zu ſchmelzen; durch das Schmelzen aber geht er in ein Glas über, das ſo dunkelblau iſt, daß man es ſchwarz nennen könnte; mit anderm Glaſe verdünnt, wird es aber ſchön blau. Die Auflöſungen des Kobalts in Säuren ſehen röthlich aus. Das Kobaltmetall zeigt Magnetiſmus.

Ich nenne von den Producten dieſes Metalles: 1) die Zaffer oder den Saflor, der geröſtete Kobaltkalk, der mit zart gepulvertem Sande oder Kieſel vermengt iſt; 2) die Smalte oder blaue Stärke, das durch Kobaltkalk blau tingirte und fein gemahlene Glas; 3) der Kobaltvitriol (vitriolum cobalti, cobaltum vitriolatum, *Sulfate de cobalt* L.) in ſchönen rothen Kryſtallen; 4) Hellots ſympathetiſche Tinte, die man ſo verfertigt, daß man einen Theil Kobaltmetall, oder auch den geröſteten Kalk davon in drey Theilen Scheidewaſſer durch Digeſtion auflöſt, die Auflöſung mit 24 Theilen Waſſer verdünnt, durchſeihet, einen Theil Kochſalz zuſetzt, und nach dem Auflöſen wieder durchſeihet. Die Schriftzüge damit verſchwinden in der mäßigen Temperatur und in der Kälte auf dem Papier; kommen aber beym Erwärmen des Papiers ſchön grün wieder zum Vorſchein, verſchwinden wieder beym Erkalten, und ſo fort. Das Weſentliche der Tinte iſt küchenſalzſaurer Kobalt. 5) Ilſemanns blaue ſympathetiſche Tinte. Man kocht Einen Theil reinen Kobaltkalk in 16 Theilen deſtillirten Weineſſig in einem Glaskolben im Sandbade, bis etwa vier Theile Eſſig übrig bleiben; ſeihet die Auflöſung durch, die roſenroth ausſehen muß; dann läßt man ſie noch um die Hälfte verdampfen, ſetzt den vierten Theil des angewandten Kobalts an Küchenſalz zu, und läßt es zuſammen in der Wärme auflöſen. Die damit gemachten Schriftzüge verſchwinden in der Kälte, kommen aber in der Wärme ſchön blau zum Vorſchein, und verſchwinden wieder in der Kälte.

§. 424.

§. 424. 14) **Spießglanzmetall** (ſtibium, regulus antimonii). Es hat eine weiße Farbe, iſt mäßig hart, und ſo ſpröde, daß es ſich leicht pulvern läßt. Es hat ein grobſtrahligtes Gefüge, und nimmt nach dem Schmelzen und ruhigen Erkalten auf der Oberfläche eine ſternförmige Bildung an. An der Luft verliert es nur wenig von ſeinem Glanze und roſtet nicht eigentlich. Es beſitzt weder Geruch, noch Geſchmack. Es ſchmelzt bey dem Glühen in einer Hitze, die man auf 810 Gr. Fahrenh. ſchätzt. In der Weißglühehitze läßt es ſich in verſchloſſenen Gefäßen in die Höhe treiben; beym Zutritt der Luft hingegen verwandelt es ſich in einen weißen Rauch, der ſich in Geſtalt weißer glänzender Nadeln anlegt, die einen unvollkommenen Kalk des Spießglanzmetalles vorſtellen und daher auch noch flüchtig ſind. Der vollkommene Kalk, der auch weiß ausſieht, iſt feuerbeſtändig, und höchſt ſtrengflüſſig. Die Auflöſungen des Spießglanzmetalles in Säuren ſind ungefärbt.

Von den zahlreichen Zubereitungen des Spießalanzmetalles merke ich nur: 1) das **Glas vom Spießglanze** (vitrum antimonii, *Oxide d' antimohie ſulfureux vitreux* L.), den geſchmolzenen und mit etwas Schwefel verbundenen unvollkommenen Spießglaskalk; 2) das ſchweißtreibende Spießglas (antimonium diaphoretieum), oder den vollkommenen Kalk des Spießglanzmetalles; 3) die **Spießglanzbutter** (butyrum antimonii, *Muriate d' antimoine fumant* L.), oder die concentrirte Verbindung des Spießglanzkalkes in Küchenſalzſäure; 4) den **Brechweinſtein** (tartarus emeticus), die Verbindung des Weinſteines mit unvollkommenem Spießglaskalke.

§. 425. 15) **Braunſteinmetall** (magneſium). Es iſt weiß von Farbe, hart und ſpröde, von einem körnigen Bruche, ſehr ſtrengflüſſig und ſchmelzt ſpäter, als Roheiſen. Auch ohne zu ſchmelzen wird es im

Feuer

Feuer leicht verkalkt und in ein ſchwarzes Pulver verwandelt; dies geſchiehet auch in der Luft. Dieſer Kalk iſt äußerſt feuerbeſtändig. Die Auflöſungen des reinen Braunſteinmetalles in Säuren ſind farbenlos.

Ich zeige von dem Braunſteinmetall an: 1) den rohen Braunſtein, (magneſia nigra, calx magneſii, *Oxide de mangáneſe* L.) der der natürliche und vollkommene Kalk des Braunſteinmetalles iſt, und eine beträchtliche Menge Kryſtalliſationswaſſer enthält, das er erſt beym Glühen als Lebensluft fahren läßt; weswegen man ihn auch zur Bereitung der letztern vorzüglich anwendet. 2) Das mineraliſche Chamäleon. Man nimmt dazu drey Theile Salpeter und einen Theil Braunſtein; reibt beide ſehr fein zuſammen, und erhält das Gemenge in einem Tiegel ſo lange glühend, bis die Maſſe nicht mehr ſchmilzt, ſondern ein trockenes erdigtes Anſehen erhält; worauf man ſie in einem gut verſtopften Glaſe aufbewahren muß. Wenn man etwas von dem Pulver in ein Glas mit Brunnenwaſſer wirft, ſo wird das Waſſer grün, dann violett, hierauf röthlich und zuletzt entfärbt es ſich ganz, und der Braunſtein fällt in ſeiner natürlichen Farbe zu Boden.

§. 426. 16) **Molybdänmetall** (Scheelium). Es iſt in dem **Waſſerbley** (molybdaena) mit etwas Schwefel vereiniget. Sein Kalk zeigt eine ſaure Natur, und iſt oben (§. 362.) unter dem Namen der **Waſſerbleyſäure** aufgeführt worden. Die Fällung dieſes Kalks aus Säuren durch Blutlauge, die Kraft deſſelben, das Glas zu färben, und die Fähigkeit, mit Beyhülfe von brennbaren Reductionsmitteln mit andern Metallen eine Vereinigung einzugehen, ſetzen ſeine metalliſche Natur außer Zweifel, ob man gleich dieſen Kalk für ſich noch nicht zu einem maſſiven Regulus hat zuſammenſchmelzen können, woran hauptſächlich die Flüchtigkeit des Kalkes ſchuld iſt.

Von

Von den Producten aus Molybdänmetall erwähne ich bloß des blauen Carmins. (J. B. Richter über die neuern Gegenſtände der Chemie. St. II. Bresl. und Hirſchberg 1792. 8. S. 97.)

§. 427. 17) **Wolframmetall** (Wolframium). Die metalliſche Subſtanz, die einen Beſtandtheil des **Tungſteins** oder **Schwerſteins** und des **Wolframs** ausmacht. Der Kalk dieſes Metalles iſt gelb von Farbe, und hat Eigenſchaften einer Säure; daher iſt er ſchon oben (§. 363.) unter dem Namen der **Wolframſäure** erwähnt worden. Die Reduction des reinen Kalkes zu einem maſſiven Regulus iſt bis jetzt noch zweifelhaft, obgleich andere Eigenſchaften deſſelben ſeine metalliſche Natur außer Zweifel ſetzen.

§. 428. 18) **Uranium**. Dies Metall iſt erſt von Hrn. **Klaproth** entdeckt worden, und ſein Kalk macht einen Beſtandtheil in der ſogenannten Pechblende und dem grünen Glimmer. Dieſer Kalk hat eine gelbe Farbe, und liefert mit der Salpeterſäure zeiſiggrüne Kryſtalle. Seine Eigenſchaft, aus den Säuren durch Blutlauge gefällt zu werden, und das Glas zu färben, beweiſen ſeine metalliſche Natur. Einen maſſiven Regulus konnte Hr. **Klaproth** aus dem Kalke durch Reduction nicht erhalten; der, welchen Hr. **Richter** erhielt, ſcheint doch vom phosphorſauren Eiſen nicht frey geweſen zu ſeyn.

Chemiſche Unterſuchung des Uranits, einer neu entdeckten metalliſchen Subſtanz, vom Hrn. Prof. Klaproth; in Crells chem. Annalen. 1789. B. II. S. 387. ff. J. B. Richter über die neuern Gegenſtände der Chemie, vorzüglich das neu entdeckte Halbmetall Uranium. Bresl. und Hirſchberg. 1791. S. 1. ff.

Erdharze.

§. 429. Erdharze (Bitumina) nenne ich diejenigen entzündlichen mineraliſchen Subſtanzen, die bey ihrer Deſtillation eine öhligte Flüſſigkeit geben. Ich unterſcheide ſie dadurch vom Schwefel, von dem ſie, wie von allen andern mineraliſchen Subſtanzen, durch eine ſcharfe Gränzlinie abgeſondert ſtehen. Ihre Miſchung, ſo wie mehrere ihre Lagerſtätte begleitende Umſtände zeigen offenbar ihren organiſchen Urſprung an. Als Gattungen derſelben unterſcheidet man 1) Naphtha, 2) Erdöhl, 3) Erdpech, 4) Steinkohle, 5) Kohlenblende, 6) bituminöſes Holz, und 7) Bernſtein. Der Honigſtein ſcheint nicht hieher zu gehören.

§. 430. 1) Die Naptha, oder der Bergbalſam, iſt das flüchtigſte und entzündlichſte Erdharz. Sie verdunſtet leicht, läßt ſich mit Waſſer ganz überdeſtilliren, hat einen ſtarken und durchdringenden Geruch, eine weißgelbliche Farbe, brennt mit einer rußigten Flamme, löſt ſich nicht im Waſſer und nicht im Weingeiſte auf, und ſcheint ihrer Entſtehung nach ein, durch unterirdiſche Hitze aus andern feſten Erdharzen erzeugtes, feineres empyreumatiſches Oehl zu ſeyn. Brennſtoff, Waſſer, Luftſäure, und wahrſcheinlich eine andere Säure, deren Natur noch nicht beſtimmt iſt, machen ihre Miſchung aus.

§. 431. 2) Das Bergöhl, Steinöhl, Erdöhl, (Petroleum) zeigt faſt dieſelbigen Eigenſchaften, als das vorige Erdharz, nur daß es unangenehmer vom Geruch, minder flüchtig, und minder entzündlich iſt, ob es ſich gleich, zumal nach der Erwärmung,

leicht

leicht genug anzünden läßt. Es brennt auch mit einer rußigten Flamme, und iſt weder im Waſſer, noch im Weingeiſte auflösbar. Es hat dieſelben Beſtandtheile, als die Naphtha, und ſcheint ein durch etwas ſtärkere Hitze erhobenes empyreumatiſches Oehl anderer Erdharze zu ſeyn.

§. 432. 3) Vom **Erdpech** unterſcheidet man **zähes** oder **Bergtheer** (Cedria terreſtris, Malta), **erdiges**, und **ſchlackiges** oder **Aſphalt** (**Judenpech**). Alle dieſe Arten zeigen einen ſtarken Geruch, zumal beym Reiben oder Erhitzen, und brennen mit einer ſtarken und rußigten Flamme. Brennſtoff, Luftſäure und eine eigene Säure die ſehr wahrſcheinlich Bernſteinſäure iſt, nebſt etwas Waſſer, ſind ihre Beſtandtheile.

§. 433. 4) **Steinkohle** (lithanthrax, carbo foſſilis). Man unterſcheidet davon mehrere Arten, als Pechkohle, Glanzkohle, Schieferkohle, Blätterkohle und Grobkohle. Sie verbrennen mit Flamme, Rauch und Ruß, unter einem unangenehmen Geruch, der aber bey reinen Kohlen keineswegs ſchwefligt iſt. Durch das ſogenannte **Abſchwefeln** derſelben, was im Grunde eine Art von trockner Deſtillation derſelben iſt, werden ſie erſt eigentlich verkohlt. Waſſer, Weingeiſt und Oehle zeigen keine auflöſende Kräfte auf die Steinkohlen, und mit Unrecht nimmt man in ihnen ein Harz als Beſtandtheil an. Brennſtoff, Luftſäure, flüchtiges Laugenſalz, Säure, Thonerde und Eiſen machen ihre Beſtandtheile aus.

§. 434. 5) **Kohlenblende.** Mit Unrecht nannte man dieſe Subſtanz auch **unverbrennliche Steinkohle.** Sie iſt allerdings verbrennlich, aber bey

wei-

weitem nicht ſo leicht, als gemeine Steinkohle. Ihre Entzündlichkeit zeigt ſich am beſten durchs Verpuffen mit Salpeter. In Anſehung ihrer Miſchung, beſonders was ihre flüchtigen Beſtandtheile betrifft, herrſcht noch einige Ungewißheit. Brennſtoff, Waſſer, Luftſäure, Kieſelerde, Thonerde, Kalkerde und Eiſen ſind als Beſtandtheile darin entdeckt worden.

Chemiſche Unterſuchung des Liebſchwitzer ſteinkohlenähnlichen Foſſils, von Hrn. Wiegleb, in Crells chem. Annalen 1790. B. II. S. 29. ff.

§. 435. 6) Bituminöſes Holz (Spiſſaxylon). Man unterſcheidet vollkommen bituminöſes Holz und bituminöſe Holzerde (Erdkohle). Es iſt Holz, deſſen Harz entweder in Erdharz übergegangen, oder das mit Erdharz durchdrungen worden iſt.

Noch gehören hieher der bituminöſe Alaunſchiefer, der bituminöſe Mergelſchiefer, und der Torf.

§. 436. 7) Bernſtein (Succinum, Electrum). Ein Erdharz, das mit einem angenehmen Geruch verbrennt, einen glaſigen Bruch beſitzt, durchſichtig, durchſcheinend, oder auch ganz undurchſichtig iſt, ſich ſchleifen und poliren, aber ſonſt leicht zerreiben läßt, und ſpröde iſt. Seine Farbe geht von der braungelben bis zur weißen über. Er enthält oft Stückchen von Holz, Blätter, Moos, Landinſecten, und Luftblaſen in ſich, und dies ſowohl als ſeine Zergliederung macht ſeinen vegetabiliſchen Urſprung ſehr wahrſcheinlich. Er läßt ſich nicht ſchmelzen, ohne in ſeiner Miſchung gar ſehr verändert zu werden. Er verbrennt mit Flamme, mit Rauch und mit Ruß. Brennſtoff, Luftſäure, Waſſer, und eine eigene Säure, die oben (§. 364.) unter dem Namen der Bernſteinſäure aufgeführt iſt, die aber ſelbſt noch zuſam-

men-

mengeſetzter Natur iſt, machen ſeine Miſchung aus. Die milden und ätheriſchen Oehle löſen ihn nur erſt dann vollkommen auf, wenn er durchs Röſten einen Theil ſeiner Säure verlohren hat.

* * *

§. 437. Der **Schwefel** (Sulphur) iſt ein feſter, geſchmackloſer Körper, von einer blaßgelben Farbe, der ſich nicht im Waſſer, wohl aber in Oehlen auflöſen läßt, in der Temperatur der Luft an derſelben keiner Veränderung unterworfen iſt, in mäßiger Hitze ſchmelzt, dabey aber in verſchloſſenen Gefäßen nicht zerſetzt wird, ſondern ſich in die Höhe treiben läßt, beym Zutritt der Luft aber ſich mit einer bläulichen Flamme entzündet, und mit einem erſtickenden ſauren Geruche verbrennt, ohne Rückſtand zu hinterlaſſen. Die Beſtandtheile dieſer merkwürdigen Materie ſind bloß brennbares Weſen und Vitriolſäure.

Nach Hrn. Lavoiſier iſt der Schwefel (*ſouffre*) einfach, und wird zur Vitriolſäure (*acide ſulfurique*), wenn ſich der Sauerſtoff (*Oxygene*) damit in gehöriger Menge verbindet.

§. 438. Die feuerbeſtändigen reinen Alkalien löſen den Schwefel beym Schmelzen leicht auf, und geben damit eine, nun auch im Waſſer auflösbare, Maſſe, die den Namen **Schwefelleber** (hepar ſulphuris) führt. Auch auf naſſem Wege löſen ſie den Schwefel durch Hülfe der Hitze leicht auf. Das flüchtige ätzende Alkali, imgleichen die Kalkerde und Schwererde geben auch mit dem Schwefel Schwefelleberarten.

Man hat alſo: 1) Schwefelleber aus Gewächsalkali (alcali vegetabile ſulphuratum, *Sulfure de potaſſe* L.) 2) Schwefelleber aus Mineralalkali (alcali minerale ſul-

ſulphuratum, *Sulfure de Soude* L.). 3) Schwefelleber aus flüchtigem Alkali, Beguins rauchender Geiſt, flüchtige Schwefelleber (alcali volatile ſulphuratum, *Sulfure d' ammoniaque* L.). 4) Schwefelleber aus Kalkerden, Kalkleber, kalkerdigte Schwefelleber (Calx ſulphurata, *Sulfure de chaux* L.). 5) Schwefelleber aus Schwererde (terra ponderoſa ſulphurata, *Sulfure de baryte* L.).

§. 439. An der reſpirabeln Luft verwittert die Schwefelleber, und verwandelt ſich mit der Zeit in ein vitrioliſches Neutral- oder Mittelſalz. Der Brennſtoff ihres Schwefels tritt nemlich an die reſpirable Luft, während das Laugenſalz oder die Erde die Vitriolſäure des Schwefels anzieht. Bey der Auflöſung der trockenen Schwefelleber im Waſſer entwickelt ſich ein ſehr ſtarker unangenehmer Geruch, der noch ſtärker wird, wenn man eine Säure zuſetzt. Es entwickelt ſich hierbey eine eigene Luftart (**Schwefellebergas**), und die Schwefelleber wird durch die Säure zerſetzt, die ſich mit dem Laugenſalze oder der Erde der Schwefelleber verbindet, worauf der Schwefel als ein weißliches Pulver niederfällt (**Schwefelmilch**).

§. 440. Auch mit den Metallen verbindet ſich der Schwefel beym Zuſammenſchmelzen, wenn man dabey das Abbrennen des Schwefels verhütet; nur Gold, Platina und Zink löſt er nicht auf. Dieſe Schwefelmetalle (*Sulfures metalliques* L.) haben nicht mehr die Eigenſchaften reiner Metalle. In allen aber iſt der Schwefel nicht mit dem Metallkalke, ſondern mit dem reguliniſchen Metalle verbunden.

Beyſpiele dieſer Schwefelmetalle giebt uns:

1) Der Schwefelkies (Pyrites), die natürliche Verbindung des Schwefels und Eiſens mit oder ohne Kupfer.

2) Der

2) Der Zinnober (Cinnabaris), die künſtliche oder natürliche Verbindung des Queckſilbers mit Schwefel.

3) Das Operment (Auripigmentum), die natürliche Verbindung des Arſenikmetalles mit Schwefel.

4) Der gelbe und rothe Arſenik, die künſtliche Verbindung des Arſenikmetalles mit Schwefel.

5) Das Muſivgold, die künſtliche Verbindung des Zinns mit Schwefel.

§. 441. Wenn man eine Auflöſung der Schwefelleber in Waſſer zu der Auflöſung eines Metalles in einer Säure ſchüttet, ſo vereiniget ſich durch eine doppelte Wahlverwandtſchaft das Metall mit dem Schwefel, während das Laugenſalz oder die Erde der Schwefelleber an die Säure tritt.

Hierher gehört die Weinprobe, um das Daſeyn des Bleyes in Wein zu entdecken. Man nimmt zwey Loth ungelöſchten Kalk und ein Loth fein geriebenes Operment, überſchüttet es in einem zugeſtopften Glaſe mit 32 Loth Waſſer, digerirt es unter öfterm Umſchütteln, gießt dann die Flüſſigkeit klar ab, und hebt ſie in einem wohlverſtopften, ganz angefüllten Glaſe auf. Sie iſt die Auflöſung der kalkerdigten Schwefelleber, die noch Arſenikmetall enthält, was an ſich zur Weinprobe nichts beyträgt. Tröpfelt man nun von dieſer Flüſſigkeit zu bleyhaltigem Weine, ſo entſteht ein ſchwarzbrauner Niederſchlag aus der Verbindung des Schwefels mit dem Bley, während ſich die Säure des Weines mit der Kalkerde verbindet. Allein auch andere Metalle werden dadurch aus dem Weine gefällt, und die Probe iſt alſo nicht untrüglich. Hrn. Hahnemanns Weinprobe iſt nicht untrüglicher.

§. 442. Eigene Gattungen brennbarer Mineralien machen noch der Diamant und das Reißbley aus. Die äußern Eigenſchaften des Diamanten beſtimmten die Naturforſcher ehemals, ihn zu den Steinen zu rechnen, und in die Klaſſe der Erdarten zu verſetzen. Schon ältere Verſuche, die der Großherzog von Toſcana, Coſmus der dritte, 1694 und 1695 anſtellen ließ, zeigten indeſſen ſeine Verflüch-

flüchtigung im Feuer, und neuere, beſonders in Frankreich, ſeit 1768 gemachte Erfahrungen beweiſen, daß er nicht nur in der Hitze flüchtig, ſondern auch verbrennlich ſey. Seine Miſchung iſt indeſſen noch unbekannt.

§. 443. Das Reißbley, der Graphit (Plumbago) muß nicht mit dem Waſſerbley verwechſelt werden. Es erleidet in verſchloſſenen Gefäßen keine Veränderung, wird aber bey anhaltendem Glühen unter dem Zutritt der Luft ganz, obgleich langſam, zerſtört. Luft, Waſſer und Oehle wirken nicht darauf. Die reinen feuerbeſtändigen Laugenſalze zerlegen es aber in der Schmelzhitze und werden dadurch luftſauer. Der Salpeter verpufft damit im Glühen lebhaft. Seine Beſtandtheile ſind Luftſäure und Brennbares, nebſt etwas Eiſen.

Zweytes Hauptſtück.

Beſtandtheile der Pflanzenkörper.

§. 444.

In den organiſchen Körpern ſind mehrere einfache Stoffe höchſt mannigfaltig unter einander verbunden, und dieſe bringen durch ihre Vereinigung Zuſammenſetzungen hervor, die als ſolche darin präexiſtiren. Ich nenne dieſe natürlichen Gemiſche nähere Beſtandtheile der organiſchen Körper. Sie beſtehen oft aus einerley einfachern Beſtandtheilen, die nur dadurch, daß ſie in verſchiedenen Verhältniſſen vereiniget ſind, Verſchiedenheit der Natur zeigen. Wir wollen hier erſt dieſe nähern Beſtandtheile der

Pflan-

Pflanzenkörper betrachten, wobey ich ihre Miſchung, oder ihre einfachern Beſtandttheile, ſo weit ſolche bekannt ſind, unter dem Text mit angeben werde; und dann nachher die Producte, die ſie bey ihrer Zerlegung im Feuer geben, folgen laſſen.

Nähere Beſtandtheile der Pflanzenkörper.

§. 445. Zu den nähern Beſtandtheilen (§. 444.) der Körper des Pflanzenreichs rechne ich: 1) Schleim oder Gummi, 2) Harz, 3) Kleber, 4) ſtärkeartigen Theil, 5) Zucker, 6) Weinſteinſäure, 7) Sauerkleeſalzſäure, 8) Citronenſäure, 9) Apfelſäure, 10) Eſſigſäure, 11) Benzoeſäure, 12) zuſammenziehenden Stoff, 13) fettes Oehl, 14) ätheriſches Oehl, 15) Kampher, 16) ſcharfen Stoff und 17) narcotiſchen Stoff.

§. 446. 1) Der Schleim (mucilago), das Gummi, löſt ſich im kalten und heißen Waſſer, aber nicht im Weingeiſte und in ätheriſchen Oehlen auf, er ertheilt dem Waſſer Viſcoſität, ohne erheblichen Geſchmack, iſt im reinen Zuſtande, nach dem Austrocknen durchſichtig, geruchlos, in der Wärme nicht zergehend, ſpröde und zerreiblich. Er iſt ein vorzüglicher Beſtandtheil aller und jeder Pflanzen und ihrer Theile; nur läßt er ſich nicht aus allen, wegen der zu gleicher Zeit darin befindlichen und auch in dem Waſſer auflösbaren, andern Beſtandtheile, gleich rein darſtellen. Aus einigen Gewächſen quellt dieſer Schleim auch von ſelbſt aus.

Die Beſtandtheile des Schleimes ſind: Brennſtoff, Luftſäure, und Waſſer, nebſt etwas Kalkerde, Phosphorſäure und Gewächsalkali; doch ſcheinen die drey letztern außerweſentlich zu ſeyn.

Nach

Nach Hrn. Lavoiſier beſteht der Schleim aus Waſſerſtoff (*Hydrogene*), Kohlenſtoff (*carbone*), und Sauerſtoff (*oxygene*).

§. 447. 2) Das **Harz** (Reſina) iſt im Weingeiſte und ätheriſchen Oehle, aber nicht im Waſſer auflösbar, zergeht in der Wärme und wird flüſſig, läßt ſich an der Flamme leicht entzünden, brennt mit einer rußigten Flamme, und hinterläßt eine Kohle nach dem Abbrennen. Verſchiedene Gewächſe laſſen das Harz entweder durch gemachte Einſchnitte, oder auch, zumal im Alter, von ſelbſt hervorquellen. Gewöhnlich ſind dieſe natürlichen Harze mit ätheriſchem Oehl verbunden und dadurch verdünnt; ſie haben davon Geruch und flüſſige Conſiſtenz, und heißen **natürliche Balſame**. Erſt nach dem völligen Verdunſten des Oehls bleibt das reine Harz zurück. Die **Gummiharze** (Gummi reſinae) löſen ſich weder im Weingeiſte noch im Waſſer vollkommen auf.

Beyſpiele von Harzen giebt der Maſtix, das Wacholderharz oder der Sandarac, der Weihrauch (Olibanum); und von natürlichen Balſamen der Terpenthin, von welchem nach Abſcheidung ſeines ätheriſchen Oehls (des Terpenthinöhls) das Geigenharz (Colophonium) übrig bleibt.

Die Beſtandtheile des Harzes ſind Brennſtoff, Luftſäure, und Waſſer; nur iſt der Brennſtoff darin in einem weit größern Verhältniß als im Schleime. Nach Hr. Lavoiſier beſteht das Harz aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff.

§. 448. Eine Materie eigener Art macht das **Federharz** (Gummi elaſticum, Caoutchouc) aus. Es löſt ſich weder im Waſſer, noch im Weingeiſte auf, wohl aber durch Hülfe der Wärme in fetten und ätheriſchen Oehlen, und auch im Aether. In der Hitze läßt es ſich, wie die Harze, erweichen,

und

und fließt endlich zu einer ſchwärzlichen Maſſe, nimmt aber nach dem Erkalten die Federkraft nicht wieder an. Es brennt auch in der Flamme eines Lichts.

§. 449. Die Saamen der Getraidearten geben durchs Zermalmen und Durchbeuteln das bekannte **Mehl**, das ſich auch aus einigen andern Theilen der Pflanzen, wie aus einigen Wurzeln und Früchten, obwohl nicht in gleicher Reinigkeit, darſtellen läßt. Im heißen Waſſer löſt ſich das Mehl beynahe völlig auf, und läßt ſich damit zu einer etwas viſcöſen Flüſſigkeit verdünnen, die ſehr viele Aehnlichkeit mit dem Pflanzenſchleime hat. Im kalten Waſſer hingegen löſt es ſich nicht auf, und giebt damit keine durchſichtige Flüſſigkeit. Wenn man Mehl, vorzüglich Weizenmehl, mit kaltem Waſſer erſt zu einem feſten Brey knetet, und dieſen zwiſchen den Händen durch darauf fließendes kaltes Waſſer ſo lange wäſcht, bis das Spühlwaſſer nicht mehr milchigt und trübe, ſondern klar und helle abfließt, ſo bleibt eine graue, zähe, contractile, glänzende, weiche Maſſe übrig, die ſich im Waſſer, im Weingeiſte und in Oehlen nicht auflöſen läßt, in der Wärme zu einer halbdurchſichtigen, hornartigen Materie austrocknet, am Feuer unter einem hornartigen Geruche verbrennt, und mit Waſſer angefeuchtet in Fäulniß übergeht. Concentrirte Säuren und ätzende Alkalien löſen ſie auf; doch letztere nur in der Hitze. Dieſe Materie heißt 3) der **Kleber** (Colla). Sie iſt dem käſigten Theile der Milch, oder noch mehr dem fadenartigen Theile im Blute analog; und macht in Verbindung mit den übrigen nähern Beſtandtheilen des Mehls den vorzüglichſten nährenden Stoff darin aus. Im Weizenmehle iſt dieſer Kleber am häu-

figſten; und andere Mehlarten ſind deſto weniger nährend, je geringer das Verhältniß deſſelben darin zu den übrigen Beſtandtheilen iſt.

Der Kleber iſt zuſammengeſetzt aus Brennſtoff, Luftſäure, flüchtigem Laugenſalze, Phosphorſäure, Kalkerde und Waſſer, nach dem Lavoiſierſchen Syſtem beſteht er aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Phosphor, Stickſtoff (*Azote*), Sauerſtoff und Kalkerde.

§. 450. Der andere und vorwaltende Grundtheil des Mehls iſt 4) die Stärke (Amylum). Sie ſondert ſich aus dem zur Darſtellung des Klebers (§. 449.) gebrauchten Spühlwaſſer durch die Ruhe, als ein weißer lockerer Bodenſatz, ab, der nach dem Trocknen unſchmackhaft und geruchlos iſt, ſich im kalten Waſſer, im Weingeiſte und in Oehlen nicht auflöſt, wohl aber im heißen Waſſer. Sie iſt kein Schleim, ob ſie ſich gleich demſelben in der Miſchung nähert. Sie läßt ſich auch aus mehrern friſchen Wurzeln und mehligten Früchten durch Zerreiben derſelben mit kaltem Waſſer ſcheiden. — Das Spühlwaſſer, das zur Abſonderung der Stärke vom Weizenmehl gebraucht worden iſt, und aus dem ſich die Stärke zu Boden geſetzt hat, läßt nach dem Abdunſten noch einen ſchleimigt zuckerartigen Beſtandtheil zurück, der den geringſten Antheil im Mehle ausmacht.

Die Beſtandtheile der Stärke ſind Brennſtoff, Luftſäure, und Waſſer; der erſtere iſt darin in einem geringern Verhältniß, als im Harze; ſcheint aber in einem größern zu ſeyn, als im Schleime. Nach dem Syſtem des Hrn. Lavoiſier beſteht die Stärke aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

§. 451. 5) Der Zucker (Saccharum) macht ein eigenes, weſentliches Salz der Pflanzen aus, das

ei-

eine beſondere Gattung der zuſammengeſetzten Salze (§. 353.) ausmacht. Unſer gewöhnlicher Zucker wird aus dem Safte des Zuckerrohrs durchs Abrauchen erhalten, und ſtellt nach der völligen Reinigung von andern Theilen ein feſtes, weißes Salz dar, von einem ſüßen Geſchmack, das ſich im Waſſer leicht, und auch im Weingeiſte auflöſt, und ſich auch in regelmäßiger Geſtalt kryſtalliſiren läßt, wie der Candiszucker beweiſt. Er macht die Lackmustinctur nicht roth, das Curcumapapier nicht braun. Auf glühenden Kohlen verbrennt ſtößt er einen ſtechend ſäuerlichen Dampf aus, verpufft mit Salpeter, und geht nach der Verdünnung mit Waſſer in die weinigte und endlich in die Eſſiggährung über. Der Zucker iſt in dem Pflanzenreiche ziemlich häufig verbreitet, und ein und derſelbe Beſtandtheil in allen ſüßſchmeckenden Früchten und Pflanzen; nur läßt er ſich freylich wegen der übrigen ſchleimigten und auszugartigen Theile nicht aus allen gleich rein, und noch weniger vortheilhaft darſtellen.

Der Zucker beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure, und Waſſer; der erſtere ſcheint darin in einem geringern Verhältniſſe zu ſeyn, als im Schleime. Nach dem Lavoiſierſchen Syſtem iſt er aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff zuſammengeſetzt.

§. 452. 6) Die Weinſteinſäure (Acidum tartari) iſt ein Beſtandtheil des Weinſteins (Tartarus), eines weſentlichen Pflanzenſalzes, das ſich aus dem Moſte, zumal aus herbem, bey der Weingährung ſcheidet; und worin ſie mit dem Gewächsalkali verbunden, aber noch nicht geſättigt iſt, ſo daß auch der Weinſtein deswegen als ein ſäuerliches Salz erſcheint. Sonſt iſt ſie aber auch noch in einigen

ſauren Früchten, wie z. B. in den Tamarinden, in den Beeren des Gerberbaums, enthalten. Man ſcheidet ſie aus dem Weinſteine dadurch, daß man die in ihm befindliche und überſchüſſige Säure mit luftſaurer Kalkerde ſättigt, und aus dieſer weinſteinſauren Kalkerde wieder die Weinſteinſäure durch Hülfe der Vitriolſäure trennt, die mit der Kalkerde zum Gyps zuſammentritt. Die Weinſteinſäure ſchießt in blätterförmigen Kryſtallen an, die an der Luft beſtändig ſind, in der Hitze zerſetzt werden, und eine Kohle zurücklaſſen, und im Feuer verbrennen.

Die Weinſteinſäure beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und etwas Waſſer, und zwar iſt das erſtere darin in einem geringern Verhältniß, als im Zucker; denn dieſer verwandelt ſich durch gehörige Dephlogiſtiſirung in Weinſteinſäure. Nach Hrn. Lavoiſier beſteht die Weinſteinſäure (*Acide tartareux*) aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

§. 453. Die Weinſteinſäure liefert eigene Neutral- und Mittelſalze mit den Alkalien und Erden. Nemlich

1) mit Gewächsalkali: tartariſirtem Weinſtein (Tartarus tartariſatus. *Tartrite de Potaſſe* L.)
2) mit Mineralalkali: weinſteinſaures Mineralalkali (alcali minerale tartariſatum. *Tartrite de Soude* L.)
3) mit flüchtigem Alkali: Weinſteinſalmiak (alcali volatile tartariſatum. *Tartrite d' ammoniaque* L.)
4) mit Kalkerde: Weinſteinſelenit (calx tartariſata. *Tartrite de chaux* L.)

u. ſ. w.

Von dieſen weinſteinſauren Doppelſalzen ſind die mit Weinſtein bereiteten dreyfachen Salze zu unterſcheiden. Wenn nemlich Weinſtein mit Gewächsalkali geſättigt wird, ſo erhält man zwar nur ein Doppelſalz, tartariſirten Weinſtein; wenn man ihn aber mit Mineralalkali, oder mit flüchtigem Alkali ſättigt, ſo bringt man außer dem im Weinſteine ſchon enthaltenen Gewächsalkali noch ein anderes Alkali hinzu, und erhält folglich ein Neutralſalz mit zweyerley Alkalien verbunden. So entſteht

1) mit Weinſtein und Mineralalkali: Seignetteſalz (Sal Seignette).

2) mit Weinſtein und flüchtigem Alkali: auflöslicher Weinſtein (Tartarus ſolubilis).

§. 454. 7) Die Sauerkleeſäure oder Zuckerſäure (Acidum oxalinum, ſacchari) iſt im Sauerkleeſalze (Sal acetoſellae) mit einem Theile Gewächsalkali verbunden, aber nicht damit geſättigt, ſo daß dieſes auch als ein weſentliches ſaures Salz erſcheint. Sie läßt ſich auch durch Kunſt aus dem Zucker, der Stärke, dem Schleime, der Weinſteinſäure, und andern Pflanzenſtoffen, dadurch darſtellen, daß man dieſe vermittelſt der Salpeterſäure bis auf einen gewiſſen Grad entbrennbart. Sie iſt auch von der Weinſteinſäure nur durch ein minderes Verhältniß ihres Brennſtoffs zu den übrigen Beſtandtheilen unterſchieden. Sie ſchießt in ſpießigten, oder dünnen vierſeitigen priſmatiſchen Kryſtallen an, die ſehr ſauer ſchmecken, an der Luft in der Wärme verwittern, in der Hitze zerſetzt werden, und ſich auch brennbarhaltig zeigen.

Die Sauerkleeſäure beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und etwas Waſſer; das erſtere iſt, wie geſagt, darin in einem geringern Verhältniſſe gegen die übrigen Beſtandtheile, als in der Weinſteinſäure. Daher läßt ſich auch dieſe durch Entziehung eines Theils ihres Brennſtoffs vermittelſt der Salpeterſäure in jene umwandeln.

Nach Hrn. Lavoiſier iſt die Sauerkleeſäure (*acide oxalique*) aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, und zwar iſt letzterer darin in einem größern Verhältniß gegen die übrigen Beſtandtheile, als im Zucker, der alſo durch eine Oxygenation zur Sauerkleeſäure wird, ſo wie er es nach unſerm Syſtem durch mehrere Dephlogiſtirung wird.

§. 455. Die Sauerkleeſäure unterſcheidet ſich von andern Pflanzenſäuren, und namentlich von der Weinſteinſäure, durch eigene Neutral- und Mittelſalze, die ſie mit den Alkalien und Erden giebt. Sie liefert

1) mit Gewächsalkali: ſauerkleeſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile oxalatum. *Oxalate de Potaſſe* L.)
2) mit Mineralalkali: ſauerkleeſaures Mineralalkali (alcali minerale oxalatum. *Oxalate de Soude* L.)
3) mit flüchtigem Alkali: Sauerkleeſalmiak (alcali volatile oxalatum. *Oxalate d' ammoniaque* L.)
4) mit Kalkerde: Sauerkleekalk (calx oxalata. *Oxalate de chaux* L.)

u. ſ. w.

§. 456. 8) Die Zitronenſäure (Acidum citri) iſt in dem Zitronenſafte (Succus citri) in Verbindung mit Eſſigſäure, und ſonſt noch in andern ſauren Säften, z. B. der Johannisbeeren, der ſauren Kirſchen, der Moosbeeren, der Preußelbeeren, der unreifen Weintrauben, u. a. enthalten. Man gewinnt

winnt ſie dadurch, daß man den Zitronenſaft mit Kalkerde ſättigt, den im Waſſer unauflöslichen Niederſchlag mit Vitriolſäure zerſetzt, die ſich mit der Kalkerde zum Gyps verbindet, wodurch die Zitronenſäure an das Auflöſungswaſſer tritt, und durch Kryſtalliſiren davon geſchieden werden kann. Dieſe Säure iſt auch im Feuer zerſtörbar, und läßt ſich vermittelſt der mehreren Dephlogiſtiſirung durch Salpeterſäure in Sauerkleeſäure verwandeln. Sie unterſcheidet ſich von der Weinſtein- und Zuckerſäure durch eigene Neutral- und Mittelſalze, die ſie mit Alkalien und Erden hervorbringt. Sie giebt:

1) mit Gewächsalkali: das zitronenſaure Gewächsalkali (Alcali vegetabile citratum. *Citrate de Potaſſe* L.)

2) mit Mineralalkali: das zitronenſaure Mineralalkali (Alcali minerale citratum. *Citrate de Soude* L.)

3) mit flüchtigem Alkali: Zitronenſalmiak (alcali volatile citratum. *Citrate d' ammoniaque* L.)

4) mit Kalkerde: Zitronenkalk (calx citrata. *Citrate de chaux* L.)

u. ſ. w.

Die Zitronenſäure beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und etwas Waſſer. Der erſtere iſt darin gegen die übrigen Beſtandtheile in einem größeren Verhältniß, als in der Sauerkleeſäure, und in einem mindern, als in der Weinſteinſäure.

Nach Hrn. Lavoiſier iſt die Zitronenſäure (*Acide citrique*) aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt.

§. 457. 9) Die Aepfelſäure (Acidum malicum) findet ſich in den Säften ſaurer Aepfel, ſonſt

aber auch in andern ſauren Früchten, wie in den Berberitzen, Hollunderbeeren, Schlehen, Pflaumen, u. a. Sie läßt ſich nicht zu feſten Kryſtallen bringen, und unterſcheidet ſich von der Weinſteinſäure, Zitronenſäure und Sauerkleeſäure noch dadurch, daß ſie, mit Kalkerde geſättigt, eine im Waſſer auflösliche mittelſalzige Verbindung liefert, was jene Säuren nicht thun; von der folgenden Eſſigſäure iſt ſie dadurch unterſchieden, daß dieſer apfelſaure Kalk im Weingeiſte unauflöslich iſt, da hingegen der eſſigſaure Kalk ſich darin auflöſt. Im Feuer iſt ſie zerſtörbar. Durch Salpeterſäure läßt ſie ſich in Zuckerſäure umwandeln. Mit den Alkalien und Erden liefert ſie eigene Neutral- und Mittelſalze,

1) mit Gewächsalkali: apfelſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile malatum. *Malate de potaſſe* L.)

2) mit Mineralalkali: apfelſaures Mineralalkali (alcali minerale malatum. *Malate de Soude* L.)

3) mit flüchtigem Alkali: Apfelſalmiak (acali volatile malatum. *Malate d'ammoniaque* L.)

4) mit Kalkerde: apfelſauren Kalk (calx malata. *Malate de chaux* L.)

u. ſ. w.

Die Aepfelſäure beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer; erſterer iſt darin gegen die andern Beſtandtheile in einem geringern Verhältniſſe, als in der Weinſteinſäure und Zitronenſäure, und in einem größern, als in der Zuckerſäure. — Nach Lavoiſier ſind die Beſtandtheile der Aepfelſäure (*acide malique*) Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff.

§. 458.

§. 458. 10) Die Eſſigſäure (Acidum aceti) macht einen Beſtandtheil des durch Gährung aus mancherley Pflanzenſtoffen zu erhaltenden Eſſigs aus. Im Weineſſig (Acetum vini) iſt ſie außer dem Waſſer mit ſchleimigten und weinſteinſauren Theilen enthalten. Sie geht in Verbindung mit Waſſer bey der gelinden Deſtillation des guten und vollkommenen Weineſſigs über. Nach der Entwäſſerung läßt ſie ſich zwar als eine feſte Säure darſtellen, wir kennen ſie aber gewöhnlich nur im flüſſigen Zuſtande, als deſtillirten Eſſig. Sie iſt im Feuer zerſtörbar, wenn man ſie vorher durch eine alkaliſche Baſis fixirt hat. Sie unterſcheidet ſich von den vorhergehenden Pflanzenſäuren durch ein eigenthümliches Verhalten gegen andere Körper, insbeſondere durch eigene Neutral- und Mittelſalze, die ſie mit den Alkalien und Erden erzeugt. Durch Salpeterſäure läßt ſie ſich nicht in Sauerkleeſäure verwandeln; vielmehr werden alle vorhergehende Pflanzenſäuren durch mehrere Dephlogiſtiſirung endlich zur Eſſigſäure. Sie giebt

1) mit Gewächsalkali: das eſſigſaure Gewächsalkali, die Blättererde (alcali vegetabile acetatum, terra foliata tartari. *Acetite de Potaſſe* L.)

2) mit Mineralalkali: das eſſigſaure Mineralalkali (alcali minerale acetatum. *Acetite de Soude* L.)

3) mit flüchtigem Alkali: Eſſigſalmiak, Minderers Geiſt (alcali volatile acetatum, Spiritus Mindereri, *Acetite d' ammoniaque* L.)

4) mit

4) mit Kalkerde: Eſſigkalk (calx acetata. *Acetite de chaux* L.)

Die Eſſigſäure beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer; der erſtere iſt darin gegen die übrigen Beſtandtheile in einem mindern Verhältniſſe, als in den vorhergenannten Pflanzenſäuren, indem ſie alle durch Dephlogiſtiſirung in Eſſigſäure übergehen.

Nach dem Lavoiſierſchen Syſtem iſt die Eſſigſäure (*Acide acetique*) aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff zuſammengeſetzt.

§. 459. 11) Die **Benzoeſäure** (Acidum benzoïcum) macht in dem **Benzoeharze** (Benzoë) einen nähern Beſtandtheil, und kann daraus entweder durch gelinde Sublimation, oder durch Auskochen mit alkaliſchen Laugen oder Kalkwaſſer geſchieden werden. Sie iſt eine flüchtige Säure, und erſcheint in weißen, glänzenden Nadeln (**Benzoeblumen**). Ihr Geſchmack iſt zwar ätzend, aber nicht hervorſtechend ſauer. Sie löſt ſich im kalten Waſſer ſchwer, leichter im kochenden auf. An der Luft ſind die Kryſtalle beſtändig. Im Weingeiſte ſind ſie auflösbar; und auf glühenden Kohlen brennbar. Sie giebt

1) mit Gewächsalkali: benzoeſaures Gewächsalkali (alcali vegetabile benzoatum. *Benzoate de Potaſſe* L.)

2) mit Mineralalkali: benzoeſaures Mineralalkali (alcali minerale benzoatum. *Benzoate de Soude* L.)

3) mit flüchtigem Alkali: Benzoeſalmiak (alcali volatile benzoatum. *Benzoate d' ammoniaque* L.)

u. ſ. w.

Die Benzoeſäure hat zwar den Brennſtoff zum Beſtandtheil, und ſie iſt gewiß zuſammengeſetzt; aber ihre Miſchung

ſchung iſt noch nicht gehörig erforſcht. Hr. Lavoiſier rechnet die Benzoeſäure (*Acide benzoique*) auch zu den zuſammengeſetzten Säuren, die aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff beſtehen.

§. 460. 12) Der **zuſammenziehende Stoff** (principium adſtringens) äußert ſich in den Gewächſen durch den zuſammenziehenden Geſchmack, den ſie verurſachen, und dadurch, daß die wäſſerigte oder geiſtige Ausziehung derſelben mit der Auflöſung des Eiſens in Säuren einen ſchwarzen Niederſchlag bewirkt. Beyſpiele geben: die Galläpfel, die Rinde der Eiche, der Granatäpfel, der Schmack, u. a. Unſere gemeine Tinte iſt ein ſolcher Niederſchlag des Eiſens durch den zuſammenziehenden Stoff. Wenn dieſer zuſammenziehende Stoff von den ihm anhängenden färbenden, gummigten, und harzigten Theilen befreyet worden iſt, ſo zeigt er ſich als ein weißes, nadelförmiges Salz, daß ſich auch im Weingeiſte auflöſen läßt, als eine Säure reagirt, nemlich die Lackmustinctur roth färbt, aus dem luftſauren Alkali die Luftſäure austreibt, die Schwefelleber zerſetzt, und einen ſauren Geſchmack beſitzt. Man nennt dies Salz auch **Galläpfelſäure** (acidum gallaceum). Es iſt in der Hitze flüchtig; auf glühenden Kohlen iſt es entzündlich. Mit Salpeterſäure behandelt giebt es Sauerkleeſäure. Den ſchwarzen Niederſchlag, den der zuſammenziehende Stoff mit dem Eiſen macht, iſt in einen Ueberſchuß von andern Säuren auflöslich, wodurch die ſchwarze Farbe wieder verſchwindet, die ſich aber dann wieder durch Laugenſalz zum Vorſchein bringen läßt. Die Verbindungen dieſer Galläpfelſäuren mit Alkalien, Erden und Metallen ſind noch nicht ſattſam unterſucht.

Die

Die Miſchung dieſes zuſammenziehenden Stoffes, oder der Galläpfelſäure, iſt noch problematiſch. Brennſtoff, Luftſäure, nebſt etwas Phosphorſäure und Waſſer, machen aber wahrſcheinlich Beſtandtheile darin aus. Hr. Lavoiſier hält die Miſchung der Galläpfelſäure (*acide gallique*) ebenfalls für unbekannt, ob er ſie gleich unter die aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, und Sauerſtoff zuſammengeſetzten ſtellt. Die Verbindungen damit nennt er *Gallates*.

Verſuche: Durch die Ausziehung der Galläpfel mit Weingeiſt wird die mit Waſſer gemachte Auflöſung des Eiſenvitriols ſchwarz.

Der Zuſatz von Vitriolſäure oder von Salzſäure macht den Niederſchlag wieder verſchwinden, und das Gemiſch wird wieder helle und farbenlos.

Die Sättigung der zugeſetzten Säure mit Laugenſalz bringt die ſchwarze Farbe wieder hervor.

Unſere ſchwarze Tinte wird, nach Lewis Verſuchen, am beſten bereitet, wenn man einen Theil Blauholz und drey Theile grob gepulverte Galläpfel mit 36 Theilen Waſſer kocht, die Abkochung durchſeihet, und dazu einen Theil unzerfallenen Eiſenvitriol und einen bis anderthalb Theile arabiſches Gummi ſetzt, und darin auflöſt. — Das Schimmeln der Tinte verhütet man am beſten durch Zuſatz von etwas Weingeiſt. Freye Säuren ſchaden der ſchwarzen Farbe der Tinte, und ſo iſt auch der Zuſatz des Alauns und Eſſigs nicht allein unnütz, ſondern auch ſchädlich. Eine gelbwerdende Tinte hat zu viel Eiſenvitriol.

§. 461. 13) Aus mehrern Saamen und Kernen, z. B. dem Leinſaamen, dem Mohnſaamen, den Mandeln, ſo wie auch aus einigen Früchten der Pflanzen, z. B. den Oliven, läßt ſich eine flüſſige Materie auspreſſen, welche durch Hülfe eines Dochtes die Flamme ernährt, und ſich nicht mit Waſſer auflöſen läßt, alſo ein Oehl, und zwar ein ſolches, das ſich nicht im Weingeiſte auflöſt, auf Papier getröpfelt einen Fleck macht, der durchs Erwärmen nicht wieder vergeht, und wenn es rein iſt, keinen erheblichen Geruch und einen milden Geſchmack beſitzt. Man nennt es ein **mildes, ſchmierigtes, fet-**

tes oder ausgepreßtes Oehl (oleum unguinoſum, expreſſum). Zum Sieden erfordern dieſe Oehle eine ſtarke Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. Sie ſind ſämmtlich ſpecifiſch leichter als Waſſer. Einige trocknen an der Luft aus, andere bleiben ſtets ſchmierig. Einige ſind in der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre flüſſig, andere hart und ſpröde, jene nennt man auch **Pflanzenbutter**. Das **Wachs** kann man gewiſſermaßen zu den ſchmierigen Oehlen rechnen.

Die fetten Oehle beſtehen aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer. Sie unterſcheiden ſich in der Miſchung vom Harze (§. 447.) durch ein größeres Verhältniß des erſtern Beſtandtheils, ſo wie die flüſſigen Oehle auch ein noch größeres Verhältniß an Waſſer haben. Durch Entziehung eines Antheiles ihres Brennſtoffs und Waſſers vermittelſt der concentrirten Vitriolſäure und Salpeterſäure werden ſie daher auch zu Harzen. Auch kann man ſie durch letztere in Zuckerſäure verwandeln.

Nach Hrn. Lavoiſier ſind die fetten Oehle bloß aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzt; eine Behauptung, die dadurch widerlegt wird, daß auch die reinſten Oehle für ſich beym Ausſchluß der reſpirabeln Luft Luftſäure und ein ſäuerliches Waſſer geben.

§. 462. Mit den ätzenden Laugenſalzen verbinden ſich die ausgepreßten Oehle vollkommen und innigſt, und werden durch dieſelben auch im reinen Waſſer ganz und gar auflösbar, oder zur **Seife** (Sapo). Hierbey wirkt alſo das Laugenſalz als ein aneignendes Verwandtſchaftsmittel (§. 173.) zwiſchen dem Waſſer und dem Oehle. Auch im Weingeiſte iſt die Seife auflösbar. Die Seifen werden durch alle Säuren wieder zerſetzt, und das Oehl daraus abgeſchieden, wiewohl in veränderter Natur. Auch alle Verbindungen der Säuren mit Stoffen, mit denen ſie nicht ſo nahe verwandt ſind, als mit den

feuer-

feuerbeſtändigen Laugenſalzen, zerſetzen die aus letztern bereitete Seifen. Verſchiedene Wäſſer, beſonders aus Brunnen, löſen aus eben dieſer Urſache die Seifen nur unvollkommen auf und zerſetzen ſie. Man nennt dieſe Wäſſer **hart** (aquae durae). Die **weichen Wäſſer** hingegen (aquae molles), wie die atmoſphäriſchen und das deſtillirte Waſſer, löſen die Seifen vollkommen auf.

§. 463. 14) Verſchiedene ſtark riechende und ſchmeckende Pflanzen, oder ihre Theile, ertheilen nicht nur dem darüber abgezogenen oder deſtillirten Waſſer ihren Geruch, ſondern es geht auch zugleich mit dem Waſſer ein Oehl über, das von den ausgepreßten Oehlen weſentlich verſchieden iſt, wie ſchon daraus zu ſehen iſt, daß es ſich mit Waſſer deſtilliren läßt. Es erfordert alſo eine geringere Hitze zum Sieden, als die ſchmierigen Oehle, hinterläßt auf dem Papier keinen Fleck, wenn man dieſes anwärmt, iſt in der Wärme leicht verdunſtbar, hat einen durchdringenden Geruch, der in allem mit dem Geruch der Pflanze übereinkömmt, woraus es deſtillirt worden iſt; es löſt ſich in Weingeiſt auf, und läßt ſich durch die Flamme eines Lichts anzünden, ohne vorher erhitzt zu werden. Man nennt dieſe Oehle **ätheriſche**, **riechende** oder **deſtillirte Oehle** (olea aetherea, deſtillata), auch wol **weſentliche Oehle**; doch kömmt der letztere Name mit allem Rechte auch den ausgepreßten Oehlen zu. Die mehreſten ätheriſchen Oehle ſind leichter, als das Waſſer, und ſchwimmen oben auf; nur einige, beſonders aus Gewürzpflanzen heißer Länder, ſinken im Waſſer zu Boden. Ferner unterſcheiden ſie ſich in der Conſiſtenz, und beſonders auch in der Farbe.

Im

Im Waſſer löſen ſie ſich einigermaßen auf, und ertheilen ihm ihren Geruch und Geſchmack. Mit den feuerbeſtändigen Laugenſalzen verbinden ſie ſich nur ſchwer zu einer Seife, und nicht ohne ſich in Harze zu verwandeln.

Die ätheriſchen Oehle haben Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer zu Beſtandtheilen. Der erſtere iſt darin in einem beträchtlich größern Verhältniß zu den übrigen Beſtandtheilen, als in den milden Oehlen, die daher auch durch Entziehung eines Antheils ihrer Säure, wie z. B. vermittelſt der ätzenden Laugenſalze nach der Trennung von denſelben durch Säuren, ferner durch Deſtillation, die Natur der ätheriſchen Oehle annehmen.

Nach Hrn. Lavoiſier beſtehen die ätheriſchen Oehle bloß aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff.

464. 15) Ein anderer merkwürdiger Beſtandtheil der Pflanzen, der aber ſeltener in ihnen anzutreffen iſt, iſt der **Kampher** (camphora), eine weiße, nicht fettig und auch nicht ſcharf anzufühlende, feſte, durchſcheinende, glänzende Materie, von einem ſtarken und durchdringenden Rauch und Geſchmack, der ſehr flüchtig iſt, in gelinder Wärme ſchmelzt, ſich ſehr leicht anzünden läßt, und ohne Rückſtand zu hinterlaſſen, mit ſtarkem Rauch und Ruß verbrennt. Er iſt im Waſſer nicht auflösbar, aber im Weingeiſt und in Oehlen.

Ob es gleich gewiß iſt, daß Brennſtoff und Luftſäure Beſtandtheile des Kamphers ſind, ſo kennen wir doch ſeine wahre Miſchung nur ſehr unvollſtändig. Nach Hrn. Koſegarten läßt ſich aus demſelben eine eigene Säure, die Kampherſäure, durch Dephlogiſtiſirung des Kamphers mit Salpeterſäure, ſcheiden; die Miſchung derſelben aber iſt ſelbſt noch unbekannt.

Nach Hrn. Lavoiſier iſt der Kampher aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzt, und die Kampherſäure iſt eine Folge der Oxygenirung jener beiden Beſtandtheile, oder des Zuſatzes vom Sauerſtoff.

§. 465.

§. 465. 16) Der ſcharfe Pflanzenſtoff (principium acre) muß als ein eigener näherer Beſtandtheil im Pflanzenreiche unterſchieden werden. Mehrere Pflanzen nemlich, die übrigens geruchlos ſind, haben einen ſehr brennenden und ſcharfen Geſchmack, ſie erregen, wenn ſie friſch auf die Haut applicirt werden, Röthe, örtliche Entzündungen, ziehen Blaſen. Durchs Trocknen verliert ſich dieſe Schärfe ganz oder größtentheils. Das Waſſer, daß man über dieſe Pflanzen abzieht, erhält dagegen alle Schärfe und alles Reizende. Beyſpiele geben: die friſchen Wurzeln vom Arum, von der Meerzwiebel, von der Zeitloſe, der friſche Hahnenfuß, u. a. In verſchiedenen Gewächſen iſt dieſer ſcharfe und flüchtige Stoff mit ätheriſchem Oehl verbunden, und dadurch auch einigermaßen gemildert; wie z. B. im Merrettig, im Löffelkraute, in der Brunnenkreſſe, im Senf, u. a. Sonſt iſt uns die Miſchung dieſes eigenen Stoffs noch ſehr unbekannt. Irrigerweiſe haben ihn einige für flüchtiges Laugenſalz gehalten.

§. 466. Das Narkotiſche oder Betäubende mehrerer Pflanzen, z. B. des Opiums, der Kirſchlorbeerblätter, iſt gewiß keine Qualität anderer näherer Beſtandtheile, ſondern hängt vielmehr von einem eigenen Subſtrato ab, das ſelbſt einen nähern Beſtandtheil des Pflanzenreichs ausmacht, und das ich 17) den narkotiſchen Pflanzenſtoff (principium narcoticum) nenne. Bis jetzt hat man freylich dies Princip noch nicht abgeſondert und allein darſtellen können; daraus läßt ſich aber kein Schluß gegen die Exiſtenz eines ſolchen eigenen Weſens machen. Es iſt flüchtig in der Siedhitze des Waſſers, kann aber doch durch andere fixere Beſtandtheile ſo figirt werden,

den, daß es die Siedhitze des Waſſers verträgt. Immer aber verlieren die narcotiſchen Subſtanzen des Gewächsreichs durchs Trocknen, Auskochen, von der Stärke ihrer Kraft. In manchen, wie in Kirſchlorbeerblättern, iſt der narcotiſche Stoff an ein ätheriſches Oehl gebunden.

§. 467. Die mehreſten der bisher betrachteten näheren Beſtandtheile der Pflanzen kommen in der Qualität ihrer Miſchung unter einander überein, und ſind nur in dem Verhältniß der Grundſtoffe, woraus ſie zuſammengeſetzt ſind, verſchieden. Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer machen die Miſchung der allermehreſten aus, und die Verſchiedenheit der Verhältniſſe, in denen dieſe mit einander verbunden ſind, beſtimmen die Unterſchiede in der Natur und dem Verhalten, die wir z. B. zwiſchen Schleim, Stärke, Zucker, Weinſteinſäure, Zuckerſäure, Eſſigſäure, fettem Oehle, ätheriſchem Oehle, Harze, u. a. wahrnehmen. So bilden ſich alſo aus der Zuſammenſetzung weniger Urſtoffe zahlreiche Gattungen von Körpern. Und ſo ſcheint insbeſondere durch das Wachsthum der Pflanzen im Sonnenlichte der Brennſtoff, d. h. der fixirte Licht- und Wärmeſtoff, der Pflanzen gebildet zu werden, und durch ſeine verhältnißmäßige Vermehrung zu der Umänderung der Subſtanzen, die wir z. B. in verſchiedenen Perioden des Reifens in ihnen wahrnehmen, beyzutragen; ſo ſcheint durch dieſe verhältnißmäßige Vermehrung des Brennſtoffs z. B. die Säure unreifer Früchte in Zuckerſtoff, die Zitronenſäure unreifer Weintrauben in Weinſteinſäure, und ſpäterhin in Zucker überzugehen. Auch aus der phlogiſtiſirten Luft der Atmoſphäre nehmen die Pflanzen beym Wachsthum den

Brennſtoff auf, und ſie ſcheint hauptſächlich die Quelle dazu für ſie zu ſeyn, und von denſelben wieder als dephlogiſtiſirte Luft ausgeſtoßen zu werden. Die Luftſäure, den andern Hauptbeſtandtheil, empfangen die Pflanzen ebenfalls aus der atmoſphäriſchen Luft, die zu ihrem Wachsthum ſo nothwendig iſt, als das Licht; auch das Waſſer verſchafft ſie ihnen zum Theil, ſo wie dies auch ſelbſt bey ihrem Wachsthum zum weſentlichen Beſtandtheil von ihnen wird; und endlich leidet es auch wol keinen Zweifel, daß Theilchen der Dammerde, worin die Pflanzen wachſen, fähig ſind, mit in den Saftröhren der Pflanzen aufzuſteigen, und zur Miſchung oder Modificirung der Miſchung näherer Beſtandtheile der Gewächſe beyzutragen.

Joh. Ingenhouſz Verſuche mit Pflanzen, a. d. Franz. von J. A. Scherer, verbeſſerte Aufl. Th. I. Wien 1786. Th. II. 1788. Th. III. 1790. gr. 8. Ebendeſſelben vermiſchte Schriften, überſetzt und herausgegeben von Nikl. Carl Molitor. Zweyte Aufl. Wien. I. II. B. 1784. gr. 8. *Joh. Sennebier* mémoires phiſico-chymiques ſur l'influence de la lumiere ſolaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature et ſur tout ceux du regne vegetal. à Geneve. 1782. T. I — III. 8. Verſuche und Beobachtungen über die grüne Farbe unterirdiſcher Vegetabilien, von F. A. von Humboldt, in Grens Journal der Phyſ. B. V. S. 196. ff.

§. 468. Wenn Pflanzen der Hitze ausgeſetzt werden, ſo erleiden ſie nach der verſchiedenen Beſchaffenheit ihrer nähern Beſtandtheile und des angebrachten Feuersgrades verſchiedene Veränderungen. In der Hitze, die bis zum Siedepuncte des Waſſers ſteigt, werden alle diejenigen Stoffe ausgetrieben, die in dieſem Wärmegrade flüchtig ſind oder expanſibel werden, wie das Waſſer, das ätheriſche Oehl, der Kampher,

der ſcharfe und narcotiſche Stoff. In einer ſtärkern Hitze verlieren ſie nicht nur die nähern Beſtandtheile, ſondern es treten auch entferntere Beſtandtheile zu neuen Producten zuſammen, die als ſolche vorher in dem Gewächſe nicht präexiſtirten. Sie nehmen nun alle beym Röſten einen eigenen brenzlichten Geruch und Geſchmack an, der vorher nicht wahrzunehmen war. Es wird, wenn die Hitze ſtärker wird, ein ſtarker Rauch aus ihnen getrieben, der den brenzlichten Geruch vorzüglich ſtark beſitzt, und endlich, wenn die Erhitzung groß genug iſt, und die freye Luft hinzutreten kann, ſo bricht der Rauch in eine Flamme aus, und der Körper wird in einem ſo hohen Grade zerlegt, daß nur die feuerbeſtändigen Theile allein als Aſche übrig bleiben.

§. 469. Unternimmt man die Erhitzung der Gewächſe bis zum Glühen beym Ausſchluß der reſpirabeln Luft, oder unterwirft man ſie für ſich einer Deſtillation in der Glühehitze, ſo kann man das, was bey dem Verbrennen im Freyen den Rauch und die Flamme bildet, beſonders auffangen und unterſuchen. Die Erfahrung lehrt, daß hierbey alle Gewächſe, ohne Unterſchied, und alle ihre Theile, ſo wie auch alle ihre näheren Beſtandtheile, die ſich nicht in der Siedhitze des Waſſers verflüchtigen laſſen, oder wenn ſie durch Verbindung mit andern mehr fixirt worden ſind, eine große Menge luftförmiger Stoffe geben, nemlich ſchweres brennbares Gas und luftſaures Gas, ferner einen wäſſerigt ſalzigten Geiſt, und ein unangenehm riechendes, brenzlichtes Oehl (oleum empyreumaticum), die ſich beide einander verunreinigen.

§. 470. Die beiden erhaltenen Gasarten ſind Producte, und ſind nicht als Luft in dem Pflanzenſtoff vor der Operation zugegen geweſen. Das luftſaure Gas war als feſte Luftſäure ein Grundtheil von ihm, ſo wie ſie es von allen einzelnen nähern Beſtandtheilen der Gewächſe iſt, und dieſe feſte Luftſäure wurde durch die Aufnahme des Wärmeſtoffs in Verbindung mit dem Wäſſerigten expanſibel und luftförmig, und bildete ſo das luftſaure Gas, deſſen Baſis Luftſäure und Waſſer iſt. Das ſchwere brennbare Gas hingegen erzeugt ſich aus der Vereinigung des Brennſtoffs, der Luftſäure und des Waſſers der Gewächſe und ihrer verſchiedenen einzelnen nähern Beſtandtheile; und es werden jene Stoffe durch die Aufnahme des Wärmeſtoffs expanſibel und luftförmig. Die ſchwere brennbare Luft hat alſo Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer zur Baſis. Sie beſitzt einen unangenehmen brenzlichten Geruch.

Von der Theorie dieſer Luftarten wird in der Folge in einem eigenen Abſchnitte weiter gehandelt werden.

§. 471. Der bey der Deſtillation der Gewächſe im Glühefeuer erhaltene wäſſericht ſalzigte Geiſt (§. 469.) iſt bey den mehreſten Pflanzen und ihren nähern Beſtandtheilen offenbar ſauer; und ſo liefern z. B. der Schleim, das Harz, die Stärke, der Zucker, alle ſaure Salze, der zuſammenziehende Stoff, die fetten Oehle, das Wachs, einen ſolchen ſauren Geiſt. Er iſt, nach der gehörigen Reinigung von den ihm anklebenden empyreumatiſchen Oehltheilen, von dem Eſſig nicht verſchieden und nimmt ſeinen Urſprung ebenfalls aus der Verbindung des Brennſtoffs und der Luftſäure mit dem Waſſer, woraus auch der

rei-

reine Eſſig zuſammengeſetzt iſt (§. 458). Diejenigen Pflanzen, oder ihre Theile, worin der Kleber (§. 449.) hauptſächlich herrſchend iſt, geben bey dieſer Deſtillation keinen ſauren, ſondern einen luftſauren, flüchtig alkaliniſchen Geiſt, wenigſtens einen ammoniakaliſchen, und der Kleber liefert für ſich allein einen ſolchen flüchtig alkaliniſchen Geiſt.

§. 472. Das empyreumatiſche Oehl (§. 469.) beſitzt eine deſto dunklere Farbe, und eine deſto dickere Conſiſtenz, je ſpäter es überdeſtillirt wurde. Durch wiederholte Rectificationen läßt es ſich dünner und den ätheriſchen Oehlen ähnlicher machen, wobey es harzigte Theile zurückläßt. Dies Oehl iſt offenbar ein Product, und nimmt ſeinen Urſprung ebenfalls aus der Vereinigung des Brennſtoffs, der Luftſäure und des Waſſers der Pflanzen und ihrer einzelnen nähern Beſtandtheile. Je kleiner das Verhältniß des Waſſers gegen die übrigen Grundtheile darin wird, um deſto dicker und zäher wird es von Conſiſtenz, und durch die Verminderung dieſes und des brennbaren Grundtheils wird es endlich ein wahres Harz.

§. 473. Das, was nach der Deſtillation der Gewächſe und ihrer einzelnen nähern Beſtandtheile im Glühefeuer, zurückbleibt, wenn ſich weiter keine flüchtigen Stoffe austreiben laſſen, heißt eine **Kohle** (carbo). Sie iſt eine ſchwarze, trockene, ſpröde, unſchmelzbare, im Waſſer völlig unauflösbare, geruch- und geſchmackloſe Materie. In verſchloſſenen Gefäßen leidet ſie durch das heftigſte Feuer keine Veränderung; an freyer Luft hingegen brennt ſie mit bloßem Glühen, ohne Rauch und Ruß, mit Zu-

rück-

rücklaſſung der Aſche. Die Kohle iſt ein Product, und präexiſtirte nicht in den Gewächſen und ihren Beſtandtheilen. Ihre weſentlichen Grundtheile ſind Brennſtoff und Luftſäure, die in der Miſchung aller Pflanzen und ihrer einzelnen nähern Beſtandtheile enthalten ſind, und zwar in der Verbindung mit dem Wäſſerigten nach ihren verſchiednen Verhältniſſen, die ſchwere brennbare Luft, den ſauren Geiſt, und das empyreumatiſche Oehl bildeten, aber nach Uebergang des Wäſſerigten jezt durch den Wärmeſtoff nicht mehr expanſibel werden konnten; wozu auch ihre innige Vereinigung mit den andern feuerbeſtändigen Theilen der Aſche beytrug. Wenn man daher glühende Waſſerdämpfe durch Pflanzenkohlen ſtreichen läßt, ſo werden ſie theils zum luftſauren, größtentheils aber zum ſchweren brennbaren Gas, mit Zurücklaſſung der Theile der Aſche. Ihr Brennſtoff bildet nemlich in Verbindung mit dem Waſſer und der Luftſäure zuſammen die durch den Wärmeſtoff luftförmig gewordene Baſis des ſchweren brennbaren Gas, und die übrige Luftſäure geht mit dem Waſſer zuſammen zur Baſis des luftſauren Gas.

Nach Hrn. Lavoiſier iſt die Kohle oder der Kohlenſtoff (*carbone*) einfach, präexiſtirt, wie ich auch bey den einzelnen nähern Beſtandtheilen der Gewächſe angemerkt habe, in denſelben, und bleibt nach Ausſcheidung der übrigen zurück. Es treten nemlich bey der trockenen Deſtillation der Waſſerſtoff (*Hydrogène*) und der Sauerſtoff (*Oxygene*) der Pflanzen theils zum Waſſer zuſammen, theils gehen beide in Verbindung mit Kohlenſtoff als ſaurer Geiſt oder als empyreumatiſches Oehl über, nach der Verſchiedenheit ihres Verhältniſſes gegen einander; oder der Kohlenſtoff macht in Verbindung mit dem Sauerſtoff des Pflanzentheils durch Aufnahme des Wärmeſtoffs das luftſaure Gas (gas acide carbonique). Der Kohlenſtoff alſo, der keinen Waſſerſtoff oder keinen Sauerſtoff mehr antrifft, bleibt als ſolcher zurück. Es iſt folglich, nach dem Syſtem des Hrn.

Hrn. Lavoiſier, die Kohle ein Educt. Das Waſſer aber iſt nach dieſem Syſtem aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, und beym Durchgang deſſelben durch die glühenden Kohlen, tritt der Sauerſtoff des Waſſers an den Kohlenſtoff, bildet damit die Baſis des luftſauren Gas, und der andere Grundtheil des Waſſers, oder der Waſſerſtoff, macht in Verbindung mit einem Antheil des Kohlenſtoffs die Baſis des ſchweren brennbaren Gas (gas hydrogène carboné).

§. 474. Die Aſche (cinis), die nach dem gänzlichen Verbrennen der Pflanzen und ihrer Kohlen zurückbleibt, ſtellt ein weißliches, oder graues, nicht weiter zur Unterhaltung des Feuers geſchicktes Pulver dar, das die feuerbeſtändigen Theile des Körpers ohne weitern Zuſammenhang in ſich enthält. Außer den erdigten Theilen enthält die Aſche der Gewächſe noch ſalzigte Theile, die ſich durch Auslaugen mit Waſſer von jenen trennen laſſen. Die meiſten Pflanzen liefern ſo aus ihrer Aſche durch Auslaugen, und durch Eindicken und Abrauchen der Lauge bis zur Trockniß, Gewächsalkali (§. 368.), das eben daher den Namen des vegetabiliſchen Alkali erhalten hat. Es iſt immer mit etwas Luftſäure verbunden, die wol von der Zerſetzung der Kohle beym Verbrennen an das Laugenſalz getreten iſt; ſonſt enthält es aber auch noch verſchiedene andere Salze, die es verunreinigen, wie z. B. vitrioliſirten Weinſtein. Die ſogenannte Pottaſche (cineres clavellati) iſt ein ſolches, wiewohl unreines, Gewächsalkali, aus der Aſche der Holzarten gewonnen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß alles Alkali, was man aus der Aſche der Pflanzen gewinnt, in den Pflanzen ſelbſt in Verbindung mit Pflanzenſäure geweſen iſt, entweder als Neutralſalz, oder mit der Säure überſättigt, wie der Weinſtein (§. 452.),

und das Sauerkleeſalz (§. 454.) lehren, und ſo nach der Verflüchtigung und Zerſtörung der Säure beym Verbrennen allein zurückbleibt. Die Aſche verſchiedener am geſalznen Meerufer wachſenden Kräuter unterſcheidet ſich von andern dadurch, daß ſie mineraliſches Alkali enthält. Dergleichen Aſche iſt die Sode (§. 369.). Das darin befindliche Mineralalkali war ohne Zweifel in jenen Pflanzen als Glauberſalz.

§. 475. Die nach dem Auslaugen der Aſche der Pflanzen zurückbleibenden erdigen Theile ſind nach Beſchaffenheit des Bodens, worauf die Pflanze wuchs, verſchieden, und mehrentheils Kalk-, Thon- und Kieſelerde; manchmal auch phosphorſaure Kalkerde. Oft enthält dieſe Pflanzenerde auch Eiſenkalk.

Drittes Hauptſtück.

Beſtandtheile der thieriſchen Körper.

§. 476.

Als nähere Beſtandtheile der thieriſchen Körper ſind bekannt: 1) Gallerte, 2) Fett, 3) Lymphe, 4) fadenartiger Theil, 5) Knochenmaterie und 6) Milchzucker. Indeſſen beziehen ſich dieſe nur auf Thiere mit Blut, und in den zahlreichen Gattungen der Inſecten und Gewürme möchten wol bey genauerer Unterſuchung verſchiedene andere angetroffen werden, wie dies auch ſchon 7) die Ameiſenſäure, und 8) das ſcharfe Harz der ſpaniſchen Fliegen lehren.

§. 477. 1) Die Gallerte (Gelatina) iſt in den thieriſchen Körpern eben ſo häufig verbreitet, als der

Schleim

Schleim im Pflanzenreiche. Sie macht einen nähern Beſtandtheil der friſchen Muskelfaſer, des Zellgewebes, der Knorpel, der Klauen, der Hörner, der Knochen, u. a. aus. Sie löſt ſich im Waſſer auf, das man mit dieſen Theilen kocht, ertheilt demſelben einen milden Geſchmack, ohne erheblichen Geruch, und einige Viſcoſität. Die **Fleiſchbrühen** ſind ſolche Auflöſungen des gallertartigen Theiles des Fleiſches im Waſſer. Nach dem Verdunſten des Waſſers bis zu einem gewiſſen Grade gerinnt die Auflöſung beym Abkühlen zu einer durchſichtigen, mit etwas Schnellkraft begabter, Materie, die man im gemeinen Leben auch eine **Gallerte** oder **Sulze** nennt; und wird endlich bey fortgeſetztem Austrocknen zu einer harten, feſten, durchſcheinenden, hornartigen Materie, die ſich im Waſſer und im Weingeiſte vollkommen wieder auflöſen läßt, und auch ein **Leim** (gluten) genannt wird. In der Hitze läßt ſich dieſer Leim nicht eigentlich ſchmelzen; auf glühenden Kohlen verbrennt er unter dem Geruch des angebrannten Horns. Mit Waſſer verdünnt, geht er in der Wärme ſchnell in Fäulniß über.

Die Gallerte beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure, Waſſer, flüchtigem Laugenſalze, Phosphorſäure und etwas Kalkerde.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem iſt die Gallert (*Gelée*) zuſammengeſetzt aus: Waſſerſtoff (*Hydrogène*), Kohlenſtoff (*Carbone*), Sauerſtoff (*Oxygene*), Stickſtoff (*Azote*), Phosphor, und etwas Kalkerde.

§. 478. 2) Das **Fett** (Pinguedo, Adeps, Axungia) der Thiere iſt den milden Pflanzenöhlen (§. 461.) in allem ähnlich; und unterſcheidet ſich bey den verſchiedenen Thieren und nach den verſchiedenen Stellen, wo es abgeſondert wird, in der Conſiſtenz,

ſiſtenz, wie der Talg oder Unſchlitt (Sebum), der Wallrath, das Schmalz und der Thran beweiſen. Auch die **Butter** gehört hieher. Alles, was oben (§. 461.) von den milden Pflanzenöhlen angeführt worden iſt, gilt auch vom thieriſchen Fett.

Reines thieriſches Fett beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer.

Nach dem Lavoiſierſchen Syſtem iſt das Fett aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzt.

Die Fettſäure (Acidum pinguedinis. *Acide ſebacique* L.) iſt nach der gehörigen Reinigung von der Eſſigſäure nicht verſchieden, und das Product der Zuſammenſetzung aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer in einem ähnlichen Verhältniß, als im Eſſig. Die damit bereiteten Neutral- und Mittelſalze heißen im franzöſiſchen Syſtem *Sebates*.

§. 479. 3) Die **Lymphe** (Lympha coagulabilis) macht den hauptſächlichſten Beſtandtheil des Blutwaſſers (Serum ſanguinis) aus. Sie iſt in dem Wäſſerigten deſſelben ſo fein zertheilt, daß ſie aufgelöſt zu ſeyn ſcheint. Alles, was das Waſſer ſtärker anzieht, wie concentrirte Säure, Weingeiſt, bringen ſie zum Gerinnen, und ſie fällt als ein weißer, geruch- und geſchmackloſer Körper nieder, der nach dem völligen Austrocknen durchſcheinend hart und ſpröde iſt, in der Wärme nicht ſchmelzt, im Waſſer und Weingeiſte nicht auflösbar iſt, ſich aber in concentrirten Säuren auflößen läßt, doch durch Zuſatz von bloßem Waſſer wieder daraus gefällt wird, in der Wärme nach dem Anfeuchten mit Waſſer leicht in Fäulniß übergeht, und auf Kohlen unter dem Geruch der angebrannten Haare verbrennt. Mit dieſer gerinnbaren Lymphe kömmt der **Käſe** der **Milch**, und das **Eyweiß** ganz überein.

Die Beſtandtheile der gerinnbaren Lymphe ſind: Brennſtoff, Luftſäure, flüchtiges Laugenſalz, Waſſer, Phoſphor-

phorſäure und Kalkerde. Die letztere ſcheint darin in einem größern Verhältniß gegen die übriges Grundſtoffe zu ſeyn, als in der Gallerte.

Nach Hrn. Lavoiſier beſteht die Lymphe aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, Stickſtoff, Sauerſtoff, Phosphor und Kalkerde.

§. 480. Von der Lymphe unterſcheidet ſich durch eine feſtere Conſiſtenz und durch eine größere Gerinnbarkeit 4) der fadenartige Theil des Bluts (pars fibroſa *Gaubii*), der aus dem friſch geronnenen Blutkuchen durch Waſchen mit Waſſer getrennt werden kann, und ſich auch beym bloßen Schlagen und Rütteln des friſch gelaſſenen Bluts abſondern läßt. Er iſt im friſchen Zuſtande weiß, ſehr zähe, trocknet in der Wärme zu einer ſpröden Materie aus, löſt ſich weder im kalten, noch heißen Waſſer auf, auch nicht im Weingeiſte, wohl aber in concentrirten Säuren, wie im Vitriolöhle, aus dem er aber doch wieder durch Verdünnung mit Waſſer gefällt wird. Die ätzenden Laugenſalze löſen ihn durch Hülfe des Siedens auf naſſem Wege auf. Mit Waſſer angefeuchtet geht er in der Wärme in Fäulniß. In der Hitze läßt er ſich nicht ſchmelzen; auf glühenden Kohlen verbrennt er unter dem Geruche angebrannter Haare. — Mit dieſem fadenartigen Theile des Bluts kömmt die von allem Auszugartigen oder Gallertartigen befreyte Muskelfaſer überein, und die Membranen, die Knorpel, die Ligamente, die Nägel und Klauen, die durchſcheinenden Hörner, die Haare, die Wolle, die Federn, nehmen alle aus dieſem fadenartigen Theile ihren Urſprung, und ſind im Grunde in ihrer Miſchung davon nicht verſchieden, wenn man ihren gallertartigen Theil ausgezogen hat. Eben dieſer fadenartige Theil iſt es auch allein, der

die Speckhaut oder Entzündungscruſte bildet. In Anſehung ſeiner Miſchung kömmt er mit dem Kleber des Mehls (§. 449.) überein.

Der fadenartige Theil des Bluts, ſo wie die Muskelfaſer, die Knorpel, die Membranen, die Ligamente, die Nägel, die durchſcheinenden Hörner, die Wolle, die Federn, die Haare, beſtehen aus Brennſtoff, Luftſäure, Waſſer, flüchtigem Laugenſalze, Phosphorſäure und Kalkerde. Die beiden letztern ſind darin in einem größern Verhältniß, als in der Lymphe.

§. 481. Die Knochen der warmblütigen Thiere und ihre undurchſichtigen Hörner, ſo wie die Gerippe der Amphibien und Fiſche, laſſen, wenn ſie von allen nicht dazu gehörigen Theilen gereiniget, und von ihrem gallertartigen Stoff durch Auskochen mit reinem Waſſer völlig befreyet worden ſind, eine weißliche unſchmackhafte Subſtanz zurück, die noch die organiſche Structur wegen ihres Zuſammenhanges zeigt, ſich in den Säuren völlig auflöſen, in der Hitze in verſchloſſenen Gefäßen ſich zur Kohle brennen läßt, im offenen Feuer den Geruch der angebrannten Haare zeigt, und eine große Menge weißer Erde zurückläßt. Ich nenne dieſe Subſtanz der ausgekochten Knochen 5) **Knochenmaterie**, und unterſcheide ſie dadurch von der **Knochenerde** (terra animalis), die nach dem völligen Einäſchern oder Ausbrennen derſelben zurückbleibt, und die nur ein Beſtandtheil dieſer Knochenmaterie iſt.

Die Knochenmaterie kömmt in der Beſchaffenheit ihrer Grundtheile mit dem fadenartigen Theile des Bluts und der Lymphe überein, und iſt nur hauptſächlich in dem Verhältniß der Phosphorſäure und der Kalkerde verſchieden, die durch Verminderung anderer Beſtandtheile dagegen in ein größeres Verhältniß zu den übrigen Grundſtoffen gebracht worden ſind. Es ſind alſo die Beſtandtheile dieſer Knochenmaterie: Brennſtoff,

Luftſäure, Phosphorſäure, Kalkerde, flüchtiges Laugenſalz, Waſſer.

§. 482. In der Milch der Kühe, und wahrſcheinlich auch in der Milch anderer kräuterfreſſenden Thiere, findet ſich noch ein weſentliches Salz, 6) der Milchzucker (Saccharum lactis), von einem ſchwach zuckerartigen Geſchmacke, das ſich auch in luftbeſtändige Kryſtalle bringen läßt, ſich weder als Säure, noch als Laugenſalz zeigt, und vielmehr zu der Ordnung der zuckerartigen Salze (§. 353.) gehört. Es iſt offenbar vegetabiliſchen Urſprungs.

Die Beſtandtheile dieſes Milchzuckers ſind Brennſtoff, Luftſäure, Waſſer, und etwas Kalkerde. Nicht allein durch letztere, ſondern auch durch ein verſchiedenes Verhältniß der erſtern Beſtandtheile unterſcheidet er ſich vom eigentlichen Zucker (§. 451.). Durch Hülfe der Salpeterſäure läßt ſich aus ihm auch wahre Sauerkleeſalzſäure (§. 454.) darſtellen. Es bleibt bey dieſer Behandlung mit Salpeterſäure ein weißes Pulver übrig, das ſich ſehr ſchwer, ſelbſt in heißem Waſſer, auflöſen läßt, eine ſaure Natur zeigt, und ſich als eine eigenthümliche Säure verhält, die der ſel. Scheele Milchzuckerſäure (Acidum ſacchari lactis) genennt hat. Hr. Lavoiſier hat ſie auch unter dem Namen, *Acide ſacho-lactique*, und die damit verfertigten Neutral- und Mittelſalze unter der Benennung *Sacholates*, aufgeführt. Sie iſt zuſammengeſetzter Natur und beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure, und Waſſer.

§. 483. Die Säure der Ameiſen (Acidum formicarum) unterſcheidet ſich, nach gehöriger Reinigung, nicht von dem Eſſig des Pflanzenreichs, und hat auch ohne Zweifel einen bloß vegetabiliſchen Urſprung.

§. 484. Die thieriſchen Körper und alle ihre nähern Beſtandtheile geben bey der Deſtillation für ſich ebenfalls, wie die Pflanzenſtoffe, eine große Menge Gas, und namentlich auch ſchweres brennbares

res Gas und luftſaures Gas, und dann einen luftſauren flüchtigalkaliniſchen Geiſt, luftſaures flüchtiges Laugenſalz in feſter Geſtalt, nebſt empyreumatiſchem Oehle. Das Fett und der Milchzucker aber geben keinen flüchtigalkaliniſchen, ſondern einen ſauren Geiſt, wie die mehreſten Pflanzenſtoffe thun (§. 471.).

Die Entſtehung dieſer bey der trocknen Deſtillation thieriſcher Stoffe erhaltenen Producte läßt ſich aus den im Vorhergehenden bey den einzelnen nähern Beſtandtheilen angegebenen Grundſtoffen erklären. So wird z. B. die brennbare Luft der Knochen aus dem Brennſtoff, dem Waſſer, der Luftſäure und der Phosphorſäure gebildet. Letztere iſt auch ein Beſtandtheil des daraus zu erhaltenden empyreumatiſchen Oehls, das auch deswegen ſich in dem Geruche und andern Eigenſchaften von dem empyreumatiſchen Oehle ſolcher Pflanzentheile und des reinen Fetts unterſcheidet, die keine Phosphorſäure zum Beſtandtheil haben.

§. 485. Das empyreumatiſche Oehl ſolcher thieriſchen Theile, die Phosphorſäure zum Beſtandtheil haben, läßt ſich zwar, wie alle brandigten Oehle, durch wiederholte Rectification bey gelindem Feuer völlig waſſerhelle und ungefärbt darſtellen, wo es nun minder eckelhaft von Geruch und Geſchmack, flüchtig und dünn wird, und den Namen des thieriſchen Oehles (oleum animale *Dippelii*) führt; aber es erleidet an der atmoſphäriſchen Luft ſehr bald wieder Veränderungen, wird wieder dunkel von Farbe, zäher von Conſiſtenz, minder flüchtig, ſchärfer und unangenehmer von Geruch und Geſchmack. Der Grund dieſer Veränderung ſcheint in der Dephlogiſtiſirung des Oehls, oder in der Verminderung des Brennſtoffs zu dem Verhältniß der darin enthaltenen Phosphorſäure durch die reſpirabele Luft zu liegen.

§. 486. Die Kohle, die nach der trocknen Deſtillation der thieriſchen Stoffe, worin die Phosphorſäure einen Beſtandtheil ausmacht, zurückbleibt, iſt, wie die Pflanzenkohle, ſchwarz, geruch- und geſchmacklos, in Waſſer, Oehlen und Weingeiſt völlig unauflösbar, im ſtärkſten Feuer unſchmelzbar; aber ſie unterſcheidet ſich dadurch, daß ſie weit ſchwerer einzuäſchern iſt.

Beyſpiele dieſer Kohle geben das Beinſchwarz, das ſchwarzgebrannte Hirſchhorn, ſchwarzgebrannte Elfenbein.

§. 487. Die Aſche, welche nach dem gänzlichen Verbrennen der thieriſchen Kohle der oben (§. 476.) genannten Beſtandtheile übrig bleibt, hat keine Spur von feuerbeſtändigem Laugenſalze, wie die Aſche der Gewächſe (§. 474.), und die Aſche der Gallerte, Lymphe, des fadenartigen Theils, und der Knochenmaterie iſt phosphorſaure Kalkerde, mit mehr oder weniger Ueberſchuß von luftſaurer Kalkerde.

Die Kohle dieſer Theile beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure, Phosphorſäure, und Kalkerde, und es läßt ſich hieraus ſehr gut erklären, warum auch dieſe Kohle beym Durchgang der glühenden Waſſerdämpfe durch dieſelbige und beym Ausſchluß der reſpirabeln Luft brennbares Gas mit luftſaurem vermiſcht geben könne.

§. 488. Die Kohle der thieriſchen Theile, und namentlich der Gallerte, der Lymphe, des fadenartigen Theils vom Blute, und der Knochen iſt noch beſonders dadurch ſehr merkwürdig, daß, wenn ſie in verſchloſſenen Gefäßen mit reinen, ätzenden, feuerbeſtändigen Laugenſalzen geglühet wird, ſie der daraus mit Waſſer auszuziehenden Lauge das Vermögen ertheilt, das Eiſen aus ſeinen Auflöſungen in

Säure ſchön blau, oder als Berlinerblau niederzu-ſchlagen. Das Laugenſalz wird dadurch in ſeinen Eigenſchaften ſehr abgeändert, verliert den alkaliſchen Geſchmack, und das Vermögen, die Pflanzenfarben, wie vorher, zu verändern, und läßt ſich auch durch Abdunſten in tafelförmige Kryſtalle zum Anſchießen bringen. Es heißt nun Blutlaugenſalz, oder phlogiſtiſirtes Laugenſalz. Dem Berlinerblau ſelbſt entzieht ätzendes Laugenſalz, womit es auf naſſem Wege digerirt wird, ſeine blaue Farbe, ſo daß nur ein ſchmutzigbrauner Eiſenkalk übrig bleibt, und erlangt dadurch die Eigenſchaften des Blutlaugenſalzes. Auch die abſorbirenden Erden geben durch Kochen mit Berlinerblau und Waſſer Laugen, die das Vermögen haben, das Eiſen aus ſeinen Auflöſungen in Säuren zum Berlinerblau zu fällen.

Das färbende Weſen der Blutlauge iſt, wie Hrn. Weſtrumbs ſchöne Verſuche lehren, aus Brennſtoff, Luftſäure und Phosphorſäure zuſammengeſetzt. Es zeigt die Eigenſchaften einer flüchtigen Säure, wenn es abgeſondert dargeſtellt worden iſt, was durch Hülfe der Vitriolſäure aus dem kryſtalliſirten Blutlaugenſalze bey einer Deſtillation geſchehen kann. Dieſe Säure nannte Hr. Scheele Berlinerblauſäure (acidum caerulei berolinenſis), Hr. Lavoiſier giebt ihr den Namen preußiſche Säure (*Acide pruſſique*), und nennt die daraus verfertigten Neutral- und Mittelſälze *Pruſſiates*.

Viertes Hauptſtück.

Von ſelbſt erfolgende Veränderung der Miſchung organiſcher Körper.

§. 489.

Alle organiſche Körper ſind einer ganz von ſelbſt erfolgenden Veränderung ihrer Miſchung unterworfen,

ſen, wenn ſie bey einem hinlänglichen Grade der Wäſſerigkeit und Wärme von dem Zugange der reſpirablen Luft nicht ganz ausgeſchloſſen ſind; wobey ihre Eigenſchaften und alſo auch ihre Natur ganz verändert werden, und ſich Producte erzeugen, die als ſolche vorher in den Körpern nicht präexiſtirten. Man belegt dieſe von ſelbſt erfolgende Veränderung der Miſchung mit dem Namen der **Gährung** (fermentatio). Da aber auch verſchiedene unorganiſche Körper dieſe von ſelbſt erfolgende Zerſtörung ihrer Miſchung unter den angeführten Bedingungen erfahren, wie z. B. das Verwittern der Kieſe, das Roſten unedler Metalle, beweiſt, ſo ſollte man billig jenen Namen zur allgemeinen Bezeichnung dieſer von ſelbſt ſich ereignenden Miſchungsveränderung brauchen; man hat ihn aber auf beſondere Arten derſelben bey organiſchen Körpern eingeſchränkt; nemlich auf **Weingährung** (fermentatio vinoſa), **Eſſiggährung** (fermentatio acida) und **Fäulniß** (putrefactio).

§. 490. Die ſüßlicht-ſchleimigten Körper des Pflanzenreichs, oder die mit dem Zuckerſtoff verſehenen, erfahren unter den Bedingungen der Gährung ſehr bald eine auffallende Veränderung ihrer Miſchung. Dieſe Bedingungen ſind: ein gehöriger Grad der Wäſſerigkeit, eine Wärme von 55 bis 80 Gr. Fahrenh., und Zugang der Luft. Der ausgepreßte Saft der Weintrauben, oder der Moſt, kann hierbey als Beyſpiel dienen. Sein Zuckerſtoff kömmt unter jenen Bedingungen bald in bemerkbare Veränderung. Man verſpürt nach kurzer Zeit in dem Moſte eine innere Bewegung; die Maſſe dehnt ſich mehr aus; die Durchſichtigkeit und Klarheit verliert

ſich; die Farbe verändert ſich; es entwickelt ſich eine große Menge von Luftblaſen, deren Hervorbrechen ein hörbares Geräuſch verurſacht, und wenn die Materie einige Viſcoſität hat, eine mehr oder weniger dicke Schicht auf der Oberfläche der gährenden Materie (den Gäſch) bildet. Dieſe Luft iſt luftſaures Gas. Nach einer längern oder kürzern Zeit laſſen dieſe Wirkungen der Gährung nach; der Schaum verliert ſich, die gegohrne Materie wird klar und helle, und die Entwickelung der Luftſäure hört gänzlich auf. Jetzt aber zeigt nun die gegohrne Materie eine ganz veränderte Natur. Der ſüße Geſchmack des Moſtes und ſeine Klebrigkeit hat ſich ganz verlohren; er hat nun einen weinartigen Geruch und Geſchmack angenommen, und berauſchende Kräfte erhalten, die vorher im Moſte nicht zugegen waren. Es hat ſich zugleich ein dicker Satz, die Hefen (faex) geſchieden, und zu gleicher Zeit ein weſentliches Salz, der Weinſtein (§. 452.), in größerer oder geringerer Menge, je nachdem der Moſt mehr oder weniger herbe war, oder mehr oder weniger davon enthielt. Der ſo erhaltene Wein muß, wenn er nicht eine anderweitige Miſchungsveränderung erfahren ſoll, den Bedingungen dazu entzogen, von den Hefen abgezogen, vor dem Zugang der Luft verwahrt, und an einem kühlen Ort aufbehalten werden. — Je größer die Menge des Zuckerſtoffs im Moſte, bey übrigens gleichen Umſtänden der Gährung, iſt, um deſto geiſtreicher wird der Wein. Bey einem ſehr großen Verhältniß deſſelben zu dem Wäſſerigten des Waſſers bleibt auch wol eine Menge deſſelben unzerſetzt im Weine, und bildet ſo die ſüßen Weine, die hauptſächlich den wärmern ſüdlichern Gegenden eigen ſind,

da

da die ſäuerlichen Weine aus dem minder zucker-reichen Moſte minder warmer Gegenden gebildet werden. Wein, der noch nicht ausgegohren hat, und in der Stärke ſeiner Gährung durch Ausſchließung der Luft unterdrückt worden iſt, hebt bey Berührung derſelben wieder zu gähren an, unter Entwickelung von vieler Luftſäure, wie der mouſſirende Wein beweiſt.

§. 491. Da der zuckerartige Beſtandtheil des Pflanzenreichs die eigentliche zur Weingährung geſchickte Materie iſt, ſo können auch aus allen ſüßen oder ſchleimigtſüßen Säften dem eigentlichen Weine aus Traubenſaft ähnliche, weinartige, Getränke bereitet werden, und das Bedürfniß hat die Menſchen mehrere dergleichen gelehrt. Dahin gehört der Cider oder Apfelwein, der Johannisbeerenwein, der Meth aus Honig, und endlich das Bier aus dem durch Malzen vorbereiteten Getraide, wodurch der Kleber des Mehls als Keim ausgeſchieden, und ſo die Gährungsfähigkeit der Saamen befördert wird.

§. 492. Bey ſolchen Stoffen, die nicht ſehr geneigt zur Gährung ſind, befördert man dieſelbe durch Zuſatz von Gährungsmitteln (fermenta), d. i. von ſolchen Subſtanzen, die entweder ſchon in Gährung begriffen ſind, oder leicht in dieſelbe gerathen.

§. 493. Wenn man die gegohrnen weinartigen Getränke einer gelinden Deſtillation unterwirft, ſo kann man daraus eine Flüſſigkeit abſondern, in der alle berauſchende Kraft des weinartigen Getränkes liegt, die einen ſtarken und durchdringenden Geruch

und Geſchmack hat, ſich mit Waſſer in allen Verhältniſſen vermiſchen läßt, in einer geringern Hitze ſiedet, als das Waſſer, in der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre nicht gefriert, ſich entzünden läßt, dann ohne Rauch und Ruß mit einer bläulichen Flamme verbrennt, und den Namen des **brennbaren Geiſtes** oder **Weingeiſtes** (ſpiritus ardens, inflammabilis, ſpiritus vini) führt, wenn er auch gleich nicht aus eigentlich ſo genanntem Wein bereitet worden iſt.

Beyſpiele geben: Franzbrandwein, Kornbrandwein, Rum Arack, u. d. gl.

§. 494. Je mehr dieſer Weingeiſt von den in ihm nicht weſentlich befindlichen, wäſſerigten Theilen durch gelinde Deſtillation befreyet iſt, in einem deſto ſtärkern Grade beſitzt er die vorher erwähnten Eigenſchaften. Der allerreinſte heißt **Alcohol** oder **höchſt-rectificirter Weingeiſt** (Spiritus vini rectificatiſſimus). Er iſt ein Auflöſungsmittel für eine große Anzahl von Körpern; z. B. für die reinen Alkalien, verſchiedene Neutral- und Mittelſalze, die Harze, die ätheriſchen Oehle, die Seifen, den Kampher, den zuſammenziehenden Stoff, den Zucker.

Die Beſtandtheile des Alcohols ſind Waſſer, Brennſtoff, und Luftſäure; alſo eben dieſelben, als im Zucker, im Schleime, in der Weinſteinſäure, im Eſſig, u. a., nur in einem andern Verhältniſſe gegen einander, als in dieſen, vorzüglich in einem verminderten Verhältniſſe der Luftſäure zum Brennſtoff. Beym Durchgang durch glühende irdene oder gläſerne Röhren wird er zum brennbaren und luftſauren Gas, was ſich aus ſeinen Beſtandtheilen leicht erklären läßt. Eben ſo wird er auch durch Entziehung eines Antheils ſeines Brennſtoffs und Waſſers vermittelſt der Salpeterſäure zur Sauerkleeſalzſäure.

Nach dem Syſtem des Hrn. Lavoiſier beſteht der Alcohol bloß aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff.

§. 495. Aus der innigen und genauen Vereinigung des Alcohols mit der concentrirten Vitriolſäure erzeugt ſich ein neues merkwürdiges Product, die **Vitriolnaphtha**, oder der **Vitrioläther**, eine Flüſſigkeit von einem eigenen, angenehmen, aber durchdringenden, Geruche und Geſchmack, die noch leichter iſt, als Weingeiſt, ſich im Weingeiſt leicht auflöſt, und auch einigermaßen im Waſſer, da zehn Theile des letztern einen Theil davon in ſich nehmen; ſehr leicht und ſchnell verdunſtet, und dabey eine anſehnliche Kälte erzeugt; ſich leicht anzünden läßt, auch ſchon in der Entfernung von der Flamme eines Lichtes, und mit einer ſtarken und hellen Flamme verbrennt. Auch einige andere Säuren bringen mit dem Weingeiſte beſondere Arten von Aether hervor, wovon die **Salpeternaphtha**, die **Eſſignaptha**, Beyſpiele geben.

Alle Arten der Naphtha beſtehen aus Brennſtoff, Luftſäure, Waſſer, und der zu ihrer Bereitung angewandten Säure; und ihre Entſtehung läßt ſich aus der Entziehung eines Theiles des Wäſſerigten des Alcohols durch die angewandte Säure, und den Beytritt eines Antheils der letztern erklären; wobey auch freylich eine Quantität Weingeiſt ganz zerſetzt wird.

§. 496. Die Theorie der Weingährung und die Entſtehung des brennbaren Geiſtes dabey, läßt ſich nur aus der Vergleichung der Beſtandtheile des der Gährung fähigen Stoffs und der Producte nach der Gährung gehörig herleiten. Die Erfahrung lehrt, daß nur der Zuckerſtoff oder auch die ſchleimigtzuckerartige Materie des Pflanzenreichs der Weingährung fähig ſey, wenn ſie den gehörigen Grad der Verdünnung mit Waſſer hat. Die Beſtandtheile dieſes in Waſſer aufgelöſten, ſchleimigt-zuckerartigen Stoffes

ſind Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer. Durch Hülſe der Wärme, die eine Bedingung zur Gährung iſt, wird zuerſt der größte Antheil der Luftſäure luftförmig, und entweicht als luftſaures Gas (§. 490). Nach Ausſcheidung eines gewiſſen Antheils derſelben befinden ſich nun die übrigen Grundtheile in einem andern Verhältniſſe zu einander; der Zuckerſtoff bleibt nicht mehr Zuckerſtoff, weil dieſer nur von der Verbindung des Brennſtoffs mit der Luftſäure in einem andern Verhältniſſe ſtattfand; es werden vielmehr jetzt bey dem veränderten Verhältniß der Brennſtoff, die geringere Menge der Luftſäure, und das Waſſer zuſammen ein anderes Product bilden müſſen, nemlich den brennbaren Geiſt. Wir könnten alſo ſagen, Alcohol ſey Zucker, worin durch Entwickelung eines Theils der Luftſäure das Verhältniß des Brennſtoffs zu derſelben größer geworden, und der zugleich noch in eine innige Verbindung mit dem Auflöſungswaſſer gebracht iſt. Der erzeugte brennbare Geiſt kann ferner nicht mehr die Beſtandtheile aufgelöſt erhalten, die vorher das Waſſer des der Gährung unterworfenen Stoffs aufgelöſt hatte; daher trübt ſich die Miſchung, und es ſondern ſich nach der verſchiedenen Beſchaffenheit und Miſchung der gährenden Flüſſigkeit verſchiedene Subſtanzen ab, wie z. B. Schleim und Weinſtein, die, wenn der Wein wenig Geiſtiges, d. i., wenig Alcohol enthält, auch wol noch in dem übrigen Wäſſerigen in ziemlicher Menge aufgelöſt bleiben können.

§. 497. Wenn die Bedingungen der Gährung (§. 490.) auf den ſchon fertigen Wein fortdauren, ſo erleidet er eine anderweitige Veränderung der Miſchung, wobey ſeine vorher erlangte Eigenſchaften wieder-

um verlohren gehen. Wird nemlich der Wein, oder ein anderes weinartiges Getränk, in einem offenen Gefäße einer anhaltenden Wärme von 70 bis 85 Gr. Fahrenh. ausgeſetzt, ſo wird er wieder trübe, wenn er vorher klar war; er wird mit einer kahnigen Haut bedeckt, eine gewiſſe Menge fadenartiger Materie trennt ſich aus ihm los; allmählig wird die Flüſſigkeit wieder klar und helle, nachdem ſich die getrennten Materien davon abgeſondert haben; aber nun findet man allen geiſtigen Geruch und Geſchmack, und alle berauſchende Kraft verlohren, und die Flüſſigkeit iſt jetzt offenbar ſauer geworden, und heißt Eſſig (Acetum). Aus dem vollkommenen Eſſig läßt ſich durch Deſtillation kein brennbarer Geiſt mehr abſondern, wie aus dem Weine. Die reſpirable Luft, an welcher die Eſſiggährung vergeht, wird allmählig zur Stickluft, und in ihrem reſpirablen Antheil vermindert.

§. 498. Jedes gegohrne weinartige Getränk iſt dieſer Verwandlung in Eſſig, oder der Eſſiggährung fähig. Ferner ſind auch der Schleim, die Stärke, die weſentlichen ſauren Pflanzenſalze, das Mehl zu dieſer Eſſiggährung unter den dazu nöthigen Bedingungen zu bringen. Wenn hierbey der Zuckerſtoff in der nöthigen Menge fehlt, ſo werden ſie zu Eſſig, ohne daß eine weinigte Gährung vorher durch die Sinne bemerkt werden kann. Es iſt alſo nicht immer nothwendig, daß die Weingährung der Eſſiggährung vorhergehe.

§. 499. Da die Eſſigſäure flüchtig iſt (§. 458.), ſo läßt ſich auch dieſelbige aus dem Eſſig durch eine Deſtillation abſondern, und von den übrigen fremdarti=

artigen, im Eſſig aufgelöſten, z. B. weinſteinartigen und ſchleimigten Theilen, trennen, wobey aber doch die wäſſerigten Theile mit der Eſſigſäure verbunden übergehen. (Deſtillirter Eſſig.)

§. 500. Die Eſſigſäure ſelbſt iſt kein Educt aus den der Eſſiggährung unterworfenen Stoffen, ſondern ein Product. Sie beſteht aus Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer (§. 458.), alſo aus denſelbigen Beſtandtheilen, als der Alcohol (§. 494.), aber in einem weit geringern Verhältniß des Brennſtoffs zu den übrigen Beſtandtheilen, als es in dieſem der Fall iſt. Eben ſo iſt auch der Zucker, der Schleim, die Weinſteinſäure, die auch zur Eſſiggährung geſchickt ſind, aus dieſen Beſtandtheilen, wiewohl in andern Verhältniſſen, zuſammengeſetzt (§. 451. 452.). Das wirkende Agens bey der Eſſiggährung iſt die reſpirable Luft, die durch ihre Anziehung zum Brennſtoff dieſen dem im Waſſer verdünnten Schleime und Alcohol, Zucker und Weinſteinſäuren allmählig entzieht, und darin ſo vermindert, daß er in Verbindung mit Luftſäure und Waſſer nur noch Eſſigſäure conſtituiren kann. Dies wird vollkommen dadurch beſtätigt, weil Schleim, Alcohol, Zucker, Weinſteinſäure, Sauerkleeſäure, Apfelſäure, u. d. gl. m. durch Dephlogiſtiſirung mit Säuren auch zur Eſſigſäure werden können.

§. 501. Die letzte Periode der von ſelbſt erfolgenden Veränderung der organiſchen Weſen, die ſich mit der gänzlichen Zerſtörung derſelben, und mit der Zerſtreuung aller ihrer flüchtigen oder expanſiblen Theile endiget, heißt die **Fäulniß**, oder die **faulende Gährung**, bey feſten Körpern auch **Verweſung**.

ſung. Da alle Pflanzen- und thieriſche Stoffe, die zur weinigten und ſauren Gährung geſchickt ſind, dieſer endlichen Fäulniß unterworfen ſind, ſo hat man dieſelbe auch als eine Fortſetzung jener erſtern Arten der Gährung angeſehen, was aber nicht von allen, ſondern nur von den Stoffen gilt, die ſolche Beſtandtheile beſitzen, welche zur Erzeugung des Spirituöſen oder der Eſſigſäure fähig ſind. Andere Subſtanzen des Thier- und Pflanzenreichs gehen in Fäulniß und Verweſung, ohne daß man etwas von den erſtern Arten der Gährung bey ihnen wahrnehmen kann. Ausgenommen ſind von der wahren Fäulniß: Harze, natürliche Balſame, fette Oehle, ätheriſche Oehle, reines Fett, die reinen Pflanzenſäuren (§. 452 — 458.), Zucker, Weingeiſt, Kampher, Kohle. In der genauen Vermiſchung und Vermengung der übrigen zur Fäulniß geſchickten Subſtanz gehen ſie aber mit in die Verweſung und völlige Zerſetzung über.

§. 502. Die Bedingungen, unter welchen die Fäulniß und Verweſung Statt hat, ſind dieſelbigen, als bey der Wein- und Eſſiggährung (§. 490). 1) Eine der vorzüglichſten iſt der gehörige Grad der Feuchtigkeit. Völlig trockene thieriſche oder vegetabiliſche Subſtanzen faulen nicht. 2) Wärme; die aber nicht von dem Grade zu ſeyn braucht, als bey der Wein- und Eſſiggährung. Wenn indeſſen dadurch die Feuchtigkeit ganz zum Verdunſten gebracht iſt, ſo kann die Fäulniß gehindert oder unterbrochen werden. 3) Zugang der reſpirablen Luft; doch ſcheint er nicht in allen Graden der Fäulniß erforderlich zu ſeyn. 4) Ruhe.

§. 503.

§. 503. Die Erſcheinungen der Fäulniß ſind unendlich verſchieden und mannigfaltig, ſowohl nach den Subſtanzen, die ihr unterworfen ſind, als nach der Stärke und Beſchaffenheit der zugelaſſenen Bedingungen. Sie ſind anders bey Pflanzen, als bey Thieren, anders bey dieſen, als bey jenen Producten derſelben; ſie erfolgen früher oder ſpäter, gehen ſchneller oder langſamer fort; und eben darin liegt ein Grund mit, warum ſich keine allgemeine Theorie der Fäulniß, dieſer großen Operation der Natür, wodurch ſie zerſtört, um productiv zu werden, entwerfen läßt.

§. 504. Die thieriſchen Flüſſigkeiten und die weichen feſten Theile ſind unter den angeführten (§. 502.) Bedingungen beſonders leicht zur Fäulniß geneigt. Wenn man ſo z. B. friſches ſaftiges Fleiſch in einem offenen Gefäße einer mäßigen Wärme von etwa 60 Gr. Fahrenh. ausſetzt, ſo verändert ſich zuerſt ſeine Conſiſtenz und Farbe. Die erſtere wird vermindert, die letztere wird etwas dunkeler, und das Fleiſch erhält einen faden oder dummlichten Geruch, der aber noch nicht eigentlich fauligt iſt. Nicht lange nachher verändern ſich die Eigenſchaften mehr; es entwickelt ſich ein kurz vorübergehender ſäuerlicher Geruch, der einem unangenehmen, ſtinkenden Geruche bald Platz macht. Die Farbe des Fleiſches wird bläulich, ſein Geſchmack eckelhaft und widerwärtig, ſein Zuſammenhang lockerer. So wie die Fäulniß nun fortgeht, und die Wäſſerigkeit, die Hauptbedingung zur Fäulniß, nicht fehlt, vermindert ſich der Zuſammenhang des Fleiſches immer mehr; der Umfang und das Gewicht nimmt ab; die organiſche Structur wird aufgelöſt; es fängt an

zu zerſchmelzen; der Geruch wird immer ſtinkender, unerträglicher, zugleich etwas ſtechend, und mit dem Urinöſen des flüchtigen Laugenſalzes deutlich verbunden. Unter dieſen Erſcheinungen wird das Fleiſch endlich ganz aufgelöſt, und verwandelt ſich zuletzt, unter einem höchſt widerwärtigen Geruche, in eine Art von Jauche, wobey der Geruch des flüchtigen Laugenſalzes endlich gar nicht mehr wahrgenommen werden kann. Jetzt iſt die Fäulniß vollendet; allmählig verliert der faulende Geruch von ſeiner Stärke; die flüſſige Conſiſtenz vermindert ſich wieder; die Feuchtigkeit verdunſtet; es wird alles trocken und zerreiblich, und es bleibt zuletzt nur noch eine geringe Portion einer ſchwarzgrauen unſchmackhaften Erde übrig.

Die thieriſchen Flüſſigkeiten, als Blut, Lymphe, Harn, u. d. gl. erleiden die Stufen der Fäulniß noch ſchneller, als die weichen und feſten Theile. Wenn die Maſſen der letztern groß ſind, ſo können auch wol Jahre vergehen, ehe die Fäulniß ganz vollendet iſt, und bey einem ungleichen Zutritt der Luft können die verſchiedenen Theile zu gleicher Zeit in ſehr verſchiednen Graden der Fäulniß begriffen ſeyn. Die Verminderung der Bedingungen zur Fäulniß kann verurſachen, daß die Erſcheinungen der letztern nur unmerklich erfolgen.

§. 505. Wenn weiche, friſche, ſaftige Pflanzen in nicht zu kleinen Maſſen an einen mäßig temperirten Ort in einem offenen Gefäße feſt zuſammengedrückt hingeſtellt werden, ſo fangen ſie in kurzer Zeit an, ſich inwendig zu erhitzen, und dieſe Erhitzung nimmt manchmal bis zu einem ſehr beträchtlichen Grade zu. Die grüne Farbe der Pflanzen verändert ſich in eine ſchwärzliche; der Zuſammenhang der Faſern nimmt immer mehr ab; ſie werden weich und endlich breyartig. Der natürliche Geruch der Pflanzen

zen

zen verliert ſich gleich anfangs ſehr bald, und es folgt ein ſäuerlicher, bald vorübergehender; dann ein eigenthümlicher nauſeöſer, der zuletzt offenbar fauligt iſt, aber doch nicht ganz das Widerwärtige und das der menſchlichen Natur ſo Unausſtehliche der in der höchſten Stufe der Fäulniß begriffenen thieriſchen Theile hat. Zuletzt trocknet die breyartige Maſſe immer mehr aus, der unangenehme Geruch verliert ſich allmählig, und es bleibt endlich nach ziemlich langer Zeit ein kleiner Antheil ſchwarzgrauer Erde übrig.

§. 506. Aus den in Fäulniß begriffenen thieriſchen Körpern läßt ſich durch Deſtillation derſelben flüchtiges Laugenſalz abſondern; ſo wie dies flüchtige Alkali auch unter dem faulen Geruche verſteckt iſt. Indeſſen kann man keinesweges behaupten, daß der eigentlich faule Geruch bloß von dieſem entwickelten Alkali herrühre; er iſt vielmehr gar ſehr von dem urinöſen Geruche des reinen flüchtigen Alkali verſchieden, welches gar nicht das Widerwärtige beſitzt, als jener. Dieſes widrige, faulriechende, flüchtige Weſen der in Fäulniß begriffenen Körper möchte ich für das eigentliche Product der faulenden Gährung halten, in dem Sinne, wie es das Spirituöſe für die Weingährung, die Eſſigſäure für die ſaure Gährung iſt; und ich wäre geneigt, es von der Verbindung des Brennſtoffs mit der Phosphorſäure der faulenden Stoffe herzuleiten, und dies um ſo eher, da auch das Phosphorgas gewiſſermaßen den unangenehmen Geruch faulender Stoffe zeigt. Sollte nicht auch das Leuchten verſchiedener faulender Körper daher zu leiten ſeyn?

§. 507. Die Luft, worin faulende Körper eingeſchloſſen ſind, wird in einem hohen Grade zum Athmen und zum Unterhalten des Verbrennens verdorben. Sie wird theils mit luftſaurem, theils mit brennbarem Gas beladen, und ihres reſpirablen Antheils beraubt, der ſich in phlogiſtiſirtes Gas verwandelt. Das **brennbare Gas**, das man aus dem Schlamme ſtehender Gewäſſer durch Aufrühren deſſelben entwickeln kann, (**Sumpfluft**) iſt ebenfalls ein Product der Fäulniß. Es kömmt mit dem aus Pflanzen und thieriſchen Stoffen durch Deſtillation derſelben zu erhaltenden brennbaren Gas überein, und hat auch Brennſtoff, Luftſäure und Waſſer zu Beſtandtheilen.

Aleſſ. Volta lettere al *P. G. Campi* ſull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. 1778. 8. Briefe über die natürlich entſtehende Sumpfluft von Hrn. Alex. Volta, a. d. Ital. Winterthur 1778. 8.

§. 508. Abgehalten wird die Fäulniß durch die Entfernung der dazu erforderlichen Bedingungen (§. 502.); und alle die Körper, denen man eine eigene **fäulnißwidrige** oder **antiſeptiſche Kraft** zuſchreibt, wirken in der That auf keine andere Art, als daß ſie die Bedingungen zur Fäulniß entfernen. Wir brauchen alſo keine eigenthümliche Kraft dieſer Art in der Natur anzunehmen. Zu den Mitteln, die Fäulniß abzuhalten, gehört 1) das Austrocknen, wodurch die hauptſächlichſte Bedingung, die Feuchtigkeit, entfernt wird; 2) der Froſt, wodurch die Feuchtigkeit in den feſten Aggregatzuſtand verſetzt, und alſo ſo gut wie entfernt wird; 3) das gänzliche Ausſchließen der reſpirablen Luft, wie das Uebergießen mit Harz, Wachs, Oehl, u. dgl.

gl. obgleich dies nicht immer ſchützt, wenn in den Zwiſchenräumen der zur Fäulniß geneigten Körper ſelbſt viel Luft enthalten iſt; 4) der Weingeiſt, der theils durch Entziehung der Wäſſerigkeit, theils durch Ausſchluß der Luft wirkt; 5) das Einſalzen, das in der That nur in ſofern Fäulniß von den dazu geeigneten Subſtanzen abhält, in ſo fern es ihnen das Waſſer entzieht; weswegen es auch in zu geringer Menge angewendet die Fäulniß eher befördert, als abhält; 6) das Räuchern, was hauptſächlich durch Austrocknung wirkt; 7) das luftſaure Gas und andere irreſpirable Luftarten, die hauptſächlich durch Ausſchluß der reſpirablen Luft, alſo durch Entfernung einer Bedingung, Fäulniß abhalten; 8) zuſammenziehende Stoffe, wegen der dadurch bewirkten Verhärtung, Verdichtung, und Austrocknung der Faſern; daher ſie auch unzulänglich und ſelbſt vor dem Verderben nicht geſchützt ſind, wenn hinlängliche Feuchtigkeit bey ihnen iſt; endlich 9) Bewegung der Theile, durch welche auch die Natur ſelbſt ihre organiſche Weſen vor der Zerſtörung durch Fäulniß ſichert, die ſogleich anfängt, wenn die Lebensbewegung und die der flüſſigen Theile aufhört.

John Pringle ſome experiments on ſubſtances reſiſting putrefaction, in den *philoſ. tranſact. n.* 495, 496; Einige Verſuche mit Materien, welche der Fäulniß widerſtehen, von J. Pringle, überſ. im neuen hamb. Magaz. B. X. S. 300. ff. Experimental eſſays bey *Dav. Macbride*, Lond. 1764. gr. 8. Dav. Macbride durch Erfahrungen erläuterte Verſuche über verſchiedene Vorwürfe, a. d. Engl. von Conr. Rahn. Zürch 1766. 8.

§. 509. Bey der Fäulniß und Verweſung wirken ähnliche Kräfte, als bey den vorigen Arten der Gährung, und es gehören auch gleiche Bedingungen

gen

gen dazu; aber die Phänomene ſind nach Verſchiedenheit der Grundſtoffe faulender Körper ſo ſehr verſchieden, daß ſich doch im Allgemeinen keine Theorie davon angeben läßt. Aufgehobenes Gleichgewicht zwiſchen den Verwandtſchaftskräften der Beſtandtheile organiſcher Weſen durch und nach Abſcheidung eines Theiles des Brennſtoffs vermittelſt der reſpirablen Luft, des luftſauren Gas vermittelſt der Wärme, Entbindung und Freywerdung des Wärmeſtoffs durch die Veränderung der Miſchung, Verwandlung der nunmehro ſich in andern Verhältniſſen verbindenden Stoffe in expanſible Flüſſigkeiten vermittelſt der Wärme, ſind gewiß die Grundurſachen der Erſcheinung der Fäulniß; allein wie viel iſt hier noch zu beſtimmen und zu unterſuchen übrig!

§. 510. Die nach der völlig vollendeten Verweſung der thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen übrig bleibende Erde, heißt **Dammerde** (Humus). Sie iſt noch brennbarhaltig, und enthält die in den Subſtanzen vor der Verweſung enthaltenen erdigten Theile. Es verdiente aber wol eine nähere Unterſuchung, ob ſie auch noch alles das feuerbeſtändige Laugenſalz, was die Pflanzen, und alle die Phosphorſäure, die die thieriſchen Theile vor der Verweſung enthielten, in ſich habe, was ich ſehr bezweifle. Sie iſt, wegen ihrer ungemein feinen Zertheilung fähig, mit der Feuchtigkeit in den Saftröhren der Pflanzen aufzuſteigen, ſo zu einer Nahrung für die darin wachſenden Pflanzen, und alſo wieder zu Beſtandtheilen neuer organiſchen Weſen zu werden.

§. 511. Die aus der Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Körper zurückbleibende Erde enthält

ge-

gewöhnlich mehr oder weniger in die Sinne fallende Salztheile, deren Daſeyn vor der Verweſung in ihnen nicht wahrgenommen werden konnte. Es giebt nemlich ſolche Erde, wenn ſie mit Waſſer ausgelaugt wird, beym Zuſatz des Gewächslaugenſalzes, Salpeter, und die Salpeterſäure macht unter gewiſſen Umſtänden einen Beſtandtheil dieſer von der Verweſung übrig bleibenden Erde gewöhnlich aus. Ich muß bekennen, daß die Theorie der Erzeugung dieſer Salpeterſäure noch vieler Aufklärung bedarf, indeſſen könnte es doch wol wahrſcheinlich ſeyn, daß das flüchtige Laugenſalz, oder noch mehr die Phosphorſäure der verweſenden Subſtanzen an dieſer Erzeugung den größeſten Antheil habe, zumal da neuere Verſuche des Hrn. Millner den Uebergang des flüchtigen Laugenſalzes in Salpetergas beym Durchgang durch glühende eiſerne Röhren erweiſen.

Millner über die Erzeugung der Salpeterſäure und Salpeterluft; in Grens Journal der Phyſ. B. III. S. 83. ff.

* * *

Ich habe bey dieſem kurzen Abriß der Beſtandtheile der Körper der drey Naturreiche mein Syſtem der Chemie zwar zum Grunde gelegt, das unter dem Titel: Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Halle, Th. I. B. I. 1787. B. II. 1789, und Th. II. 1790. 8. herausgegeben iſt, und die weitere Ausführung der hier kurz vorgetragenen Sätze enthält; man wird indeſſen bey genauerer Vergleichung mehrere, zum Theil beträchtliche, Abänderungen mancher Lehren ſelbſt wahrnehmen, wovon ich in dieſem jetzt gelieferten kurzen Abriß die Gründe nicht mit vortragen konnte, die ich aber bey einer bevorſtehenden neuen Ausgabe meines chemiſchen Handbuchs darlegen werde. — Was die weitere Entwickelung des Lavoiſierſchen Syſtems der Chemie betrifft, ſo verweiſe ich in dieſer Hinſicht auf deſſen *Traité elementaire de Chimie, à Paris* 1789. *T. I. II.* 8. und des Hrn. *Fourcroy Elemens d' Hiſtoire naturelle et de Chimie.* Troiſieme Edition, à Paris 1789. Vol. I — V. 8.

Zwey=

Zweyter Abſchnitt.

Lichtmaterie.

§. 512.

Bey Tage, und bey der Erhellung der Körper durch Feuer oder durch leuchtende Körper, bringen die Gegenſtände in unſern geſunden Augen eine Empfindung zuwege, welche jedermann unter dem Namen des **Sehens** kennt, wodurch wir in den Stand geſetzt werden, von der Lage, Figur, Größe, und Bewegung der ſichtbaren Gegenſtände urtheilen zu können.

§. 513. Die materielle Urſach dieſer Empfindungen nennt man **Licht**, oder **Lichtmaterie** (materia lucis). Außer dem Sinne des Geſichts kann dies Weſen freylich von keinem andern Sinne empfunden werden. Da es aber das Organ des Geſichtes rührt, ihm ſogar beſchwerlich und ſchmerzhaft werden kann, da wir es vermehren, vermindern, abſondern, einſchließen, meſſen, figiren und verſetzen können, kurz, da es im Raume und in der Zeit enthalten iſt; ſo trage ich gar kein Bedenken, ſein materielles Daſeyn anzunehmen, und ihm objective Realität zuzuſchreiben.

§. 514. Der Zuſtand der Körper, die in unſern Augen die Empfindung des Sehens hervorbringen, heißt **Erleuchtung** oder **Helligkeit** (claritas), welchem die **Dunkelheit** oder **Finſterniß** (obſcuritas) entgegengeſetzt iſt, die, wie niemand zweifelt, kein eigenes dunkelmachendes Weſen vorausſetzt, ſondern bloße Abweſenheit des Lichts iſt.

§. 515. Diejenigen Körper, die aus ſich das Licht entwickeln, und alſo für ſich allein die Empfindung des Sehens verurſachen, heißen **leuchtende Körper** (corpora lucentia), und dahin gehören die Sonne, die Fixſterne, alle brennende Körper; alle andere Körper aber, die uns nur durch Hülfe jener ſichtbar werden, heißen, wenn ſie die Empfindung des Sehens bewirken, **erleuchtete** oder **erhellte Körper.**

Schwachleuchtende Körper können durch ſtarkleuchtende aber auch ganz unſichtbar, oder zu bloß erleuchteten gemacht werden, weil die gleichzeitige ſtärkere Empfindung in einem und demſelben Organ die ungleich ſchwächere vermiſcht. So ſieht man Phosphor beym Tageslicht nicht leuchten, nur erleuchtet, und die Geſtirne ſind unſerm bloßen Geſichte dann ganz unſichtbar.

§. 516. Wenn wir durch gewiſſe Körper die gerade Linie unterbrechen, die von unſerm Auge zu den leuchtenden oder erleuchteten Gegenſtänden gezogen werden kann, ſo können wir dieſe nicht mehr ſehen; verſchiedene andere Körper hingegen verhindern es in dieſem Falle nicht, ſondern wir können durch ſie die körperlichen erleuchteten Gegenſtände wahrnehmen. Jene heißen **opake** oder **undurchſichtige Körper** (corpora opaca); dieſe **durchſichtige** (corpora transparentia, diaphana, pellucida). Die Durchſichtigkeit derſelben leidet übrigens verſchiedene Stufen. Sie hängt nicht von der Menge der Zwiſchenräume, ſondern von der geradlinigten Richtung des Lichts in der Maſſe ab, wie weiter unten näher erläutert werden wird.

Nöthige Erinnerung hiebey, wegen des Sehens vermittelſt der durch Spiegel reflectirten Strahlen.

§. 517. Wenn das Licht der Sonne durch eine kleine Oeffnung in ein verfinſtertes Zimmer fällt, ſo findet man, daß die Erleuchtung der hinter einander liegenden Lufttheilchen eine gerade Linie macht. Da aber auch erleuchtete Gegenſtände nicht wahrgenommen werden können, wenn die gerade Linie zwiſchen ihnen und unſern Augen durch undurchſichtige Körper unterbrochen wird, ſo muß ſich das Licht ſowohl von den leuchtenden, als erleuchteten Körpern in geraden Linien fortpflanzen.

§. 518. Die Theilchen des Lichtes, die in einer geraden Linie ſich hinter einander bewegen, nennt man einen Lichtſtrahl (radius lucis). Die durchſichtigen Körper (§. 516.) müſſen dieſe Lichtſtrahlen durch ſich nach unſerm Auge hindurchgehen laſſen, ſonſt würden wir durch ſie hindurch die ſichtbaren Gegenſtände nicht wahrnehmen können.

§. 519. Da man einen Körper von allen Seiten, auf welche das Licht auf ihn fällt, ſehen kann, ſo müſſen aus jedem Puncte des ſichtbaren Körpers Lichtſtrahlen gegen alle Seiten zu nach geradlinigten Richtungen ausfließen. Das Licht iſt alſo eine ſtrahlende, elaſtiſche Flüſſigkeit, die durch Expanſivkraft urſprünglich afficirt wird (§. 340.). Seine Theilchen bewegen ſich im leeren Mittel von der Quelle aus, wo ſie frey werden, ungehindert nach allen Seiten zu, wie die Radii einer Kugel vom Mittelpuncte nach der Peripherie. Wir können uns alſo die Verbreitung des Lichts von jedem leuchtenden oder erleuchteten Puncte als eine Sphäre von einer unbeſtimmten Größe vorſtellen, deren Centrum der ſtrahlende Punct einnimmt, und deren Radii

die Lichtſtrahlen ſind. Um ferner die Phänomene des Lichts vollſtändig erklären zu können, ſind wir genöthiget, es als eine discrete Flüſſigkeit zu denken, deren Theilchen durch große Zwiſchenräume in Beziehung auf ihre Durchmeſſer von einander abgeſondert ſind, und deren ſtrahlende Theilchen ſich nicht berühren. Das Licht hält daher auch den Lauf des Lichts nicht auf. Der ſcheinbare Zuſammenhang der Lichtſtrahlen in der Länge und Breite hat nur ſubjective Gründe. Wäre das Licht eine zuſammenhängende, und keine discrete Flüſſigkeit, ſo würden ſich, wie doch die Erfahrung das Gegentheil lehrt, zwey leuchtende Ströme nicht durchkreuzen können, ohne ſich zu unterbrechen; die zahlloſen Durchkreuzungen und Zurückſtrahlungen des Lichts, die es erleidet, würden ſeine geradlinigte Richtung gänzlich ſtören, und es würde in unſern Augen alle die Eigenſchaften verlieren, die von dieſer Richtung abhängen. Dieſe Feinheit und Dünne der Theilchen des Lichts in Beziehung auf die Abſtände derſelben von einander überſteigt freylich unſere Einbildungskraft. Das Licht iſt endlich eine imponderable Flüſſigkeit, deren Theilchen keine Schwerkraft afficirt, die mit der Verbreitung des Lichts nach allen Seiten zu, und mit ſeiner geradlinigten Strahlung im Widerſpruch ſeyn würde.

Ueber das Gleichgewicht des Feuers, vom Hrn. Prevoſt, in Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 325. §. 1.

§. 520. Die Geſchwindigkeit der Ausbreitung der Theilchen des Lichts vom ſtrahlenden Puncte iſt ſo groß, daß die Zeit, die es braucht, um einen auf der Erde zu überſehenden Raum zu durchlaufen, für

uns nicht mehr meßbar iſt. Indeſſen iſt dieſe Bewegung doch nicht inſtantan, oder ohne Zeit wie man ehemals glaubte, ſondern für ſehr große Räume allerdings meßbar, und nicht außer aller Vergleichung groß, wie die Aſtronomie lehrt. Den ſicherſten Beobachtungen derſelben zufolge durchläuft das Licht den Weg von der Sonne zur Erde, oder den Raum, der dem mittlern Halbmeſſer der Erdbahn oder 23430 Halbmeſſern der Erde gleich iſt, in 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunden. Dieſe Geſchwindigkeit verhält ſich zu der, mit welcher die Erde um die Sonne läuft, wie 10313 : 1; zu der Geſchwindigkeit, mit welcher ein Punct des Aequators der Erde bey ihrer Umdrehung um die Achſe geführt wird, wie 653539 : 1; und zu der Geſchwindigkeit des Schalles beynahe wie 976000 : 1. Dieſe Geſchwindigkeit des Lichts giebt alſo binnen Einer Secunde einen Weg von mehr als 40000 geographiſchen Meilen. Außer dieſer großen Geſchwindigkeit des Lichts und aus der Dauer der Empfindung in unſerm Organ nach empfangener Impreſſion läßt es ſich denn auch erklären, warum uns die Theilchen des Lichts und die Strahlen deſſelben als zuſammenhängend vorkommen können, ob es gleich eine discrete Flüſſigkeit iſt (§. 519.).

Römer, ein däniſcher Aſtronom, beobachtete mit Caſſini in den Jahren 1671 bis 1675 die Verfinſterungen der Jupitersmonden fleißig, und fand, daß bey den verſchiedenen Stellungen der Erde in ihrem Kreislauf um die Sonne die Zeit des Austritts des erſten Monden aus dem Schatten des Jupiters nicht ſo erfolgte, als es der Berechnung nach hätte ſeyn müſſen. Es ſey z. B. (Fig. 55.) S die Sonne, T die Erde, und TQM ihre Bahn um die Sonne, tc, der Halbmeſſer dieſer Bahn, I der Jupiter und BA ein Theil ſeiner Bahn um die Sonne, L der erſte Mond des Jupiters, und Labc die Bahn dieſes Monden um den Jupiter. Wenn die Erde ſich

in T befindet, und der Beobachter auf derſelben nimmt den Austritt des Jupitersmonden L aus dem Schatten des Jupiters in l wahr, ſo wird er dieſen Austritt etwa nach 42 St. und 30 Minuten abermals wahrnehmen, und, wenn die Erde in T bliebe, in 30 mal 42 St. 30 Minuten den Austritt des Jupitersmonden aus dem Schatten des Jupiters 30 mal beobachten können. Die Erde legt aber in dieſer Zeit einen Theil ihrer Bahn zurück, und gelangt in t an. Wenn nun das Licht Zeit braucht, um ſich fortzupflanzen, ſo wird der Beobachter auf der Erde in t dieſen Austritt ſpäter beobachten, als da die Erde in T war, und es muß folglich zu der Zeit von 30 mal 42 St. 30 Min. noch ſo viel Zeit hinzukommen, als das Licht braucht, um die Differenz des Raums lT und lt zu durchlaufen. Römer las am 22. Novbr. 1675 in der Academie der Wiſſenſchaften zu Paris eine Abhandlung über dieſe allmählige Fortpflanzung des Lichtes vor, die er aus ſeinen Beobachtungen gefolgert hatte. **Caſſini** und **Maraldi** widerſprachen ihm (*Mem. de l'acad. roy. des ſc.* 1707. S. 36. und 102.), **Huygens** hingegen (*tr. de lumine* S. 6.) und **Newton** (*princ. philoſ. nat.* S. 207.) pflichteten ihm bey. **Bradley** endlich ſetzte durch die von ihm gemachte Entdeckung der Aberration der Fixſterne dieſe allmählige Fortpflanzung außer allen Zweifel, und ſeine genaueren Beſtimmungen haben gelehrt, daß, wenn die Differenz des Raums von lT und lt dem Halbmeſſer der Erdbahn tc gleich ſey, das Licht eine Zeit von 8 Min. 7½ Secunde brauche, um ihn zu durchlaufen, oder daß das Licht, um von der Sonne bis zur Erde zu kommen, 8 Min. 7¼ Sec. Zeit verwende. (*Bailly* hiſtoire d' aſtronomie moderne, T. II. S. 674.) Römer ſelbſt hat nichts von ſeinen Beobachtungen ſchriftlich hinterlaſſen.

Aus dieſer großen Geſchwindigkeit des Lichts, und aus der Dauer des Eindrucks deſſelben auf die Netzhaut unſeres Auges, läßt es ſich denn leicht erklären, wie uns der Ausfluß des Lichts als ein ununterbrochener Strom, und die Strahlen als zuſammenhängend vorkommen können, ohngeachtet dies in der Wirklichkeit nicht ſo iſt. Wenn man eine glühende Kohle ſchnell im Kreiſe ſchwingt, ſo ſcheint ſie einen ununterbrochenen glühenden Kreis zu bilden, obgleich die Kohle an den verſchiedenen Stellen deſſelben nach einander, nicht zugleich, iſt. Hr. von Segner (Progr. de raritate luminis, Goetting. 1740. 4.) folgert hieraus, daß der Eindruck des Lichts auf der Netzhaut des Auges ½ Secunde daure. Wir wollen annehmen, daß er nur ⅛ Secunde daure, ſo wird das Licht binnen dieſer

ſer Zeit einen Weg von nahe 5 Halbmeſſern der Erde durchlaufen. Es können alſo in einem Lichtſtrahl die Theilchen um 5 Halbmeſſer der Erde von einander abſtehen, und ſie erſcheinen uns doch zuſammenhängend! Man ſieht alſo leicht, daß zahlloſe Durchkreuzungen der Lichtſtrahlen ohne Störung ihrer geradlinigten Verbreitung beſtehen können (§. 520.). Zugleich erhellet daraus, wie das Licht, ohngeachtet ſeiner großen Geſchwindigkeit, wegen der Feinheit ſeiner Theilchen, oder der Geringfügigkeit ſeiner Maſſe, doch keine bemerkbar widerſtehende Maſſe iſt.

* * *

Die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigene Subſtanz, und die Lichtſtrahlen für die Wege materieller aus den leuchtenden Körpern ausfließenden Theilchen gehalten wird, heißt das **Emanationsſyſtem**, das erſt, ſeitdem es **Newton** zum Grunde legte, und ſeine herrlichen Entdeckungen in der Lehre vom Licht darauf bauete, ſein großes Anſehen erhalten hat. Schon bey den Alten war die Meinung herrſchend, daß das Licht ein Ausfluß eines ſubſtantiellen Weſens ſey; **Epikur, Empedokles**, und die Corpuſcularisten überhaupt nahmen ſie an, und machten daraus Erklärungen des Sehens, die aber freylich das Gepräge der gänzlichen Unbekanntſchaft mit dem Phänomene des Lichts, die uns die Experimentaluntersuchungen ſpäterer Zeiten gelehrt haben, an ſich tragen. Aus einer falſch verſtandenen Stelle des **Ariſtoteles** (*De mente II. 7.*) nahmen die Scholaſtiker Anlaß, das Licht für unkörperlich, für eine bloße Qualität zu erklären. Ihre Gründe waren: 1) weil man ſonſt einen leeren Raum in der Natur annehmen müſſe; 2) weil die Luft von Finſterniß zum Licht komme, ohne bemerkbare Theilung, ohne irgend eine Bewegung; 3) weil das Licht vom härteſten Cryſtall, vom Waſſer, u. d. gl. durchſichtigen Körpern aufgenommen werde, und alſo an einem und eben demſelben Ort mit dieſen Körpern ſey: eſt ergo Accidens receptum in corpore; in quo aliud omnino corpus admitti non poteſt: 4) weil, wenn das Licht Subſtanz wäre, ſeine augenblickliche Verbreitung nicht begriffen werden könnte. Andere Gründe waren von der bey der Materialität des Lichts entſtehenden Hemmung und Hinderung der leuchtenden Ströme in ihrer Bewegung, von der daraus folgenden Verminderung der Sonnenmaſſe, von der Unermeßlichkeit der Ausflüſſe, die davon ſtattfinden müßten, hergenommen. Einige dieſer Gegengründe müſſen von ſelbſt wegfallen, andere werden nachher näher beantwortet werden. **Carteſius** (*Princip. philoſ. P. III* §. 55. 63. 64. *Dioptrica* §. 3. 4. ff.) hielt das Licht für den Impulſus der Materie ſeines zweyten Elements, der von der ſchnellen Bewegung eines leuch-

leuchtenden Körpers herrühre. Durch die ſchnelle und heftige Bewegung der Theilchen des erſten und feinſten Elements würden die harten Kügelchen des zweyten Elements von allen Seiten gedrückt und geſtoßen, und es pflanze ſich dieſer Stoß im Moment, ohne Zeit, durch alle geradlinigte Reihen dieſer Kügelchen fort. Dieſem Syſtem ſteht entgegen, daß der reelle Raum, der dabey im Univerſum angenommen wird, der Möglichkeit der Bewegung offenbar widerſpricht; daß die Fortpflanzung des Lichts nicht inſtantan iſt; daß ſich daraus nicht einſehen läßt, warum z. B. das dichtere Glas durchſichtig, das lockrere Papier es nicht iſt; daß nach dieſer Hypotheſe folgen würde, daß nirgends Finſterniß ſeyn könne, indem ſich der Impulſus der Kügelchen des zweyten Elements nach allen Richtungen fortpflanzen müßte; und endlich daß das Daſeyn dieſes Elements ganz nur fingirt, nicht erwieſen iſt. Huygens ſuchte dies Carteſianiſche Syſtem dadurch zu verbeſſern (*Traité de la Lumiere, Leide* 1690. 4.), daß er der Materie, von deren Impulſus die Empfindung des Lichts abhänge, und der er den Namen Aether giebt, Elaſticität zuſchreibt, und die Fortpflanzung des Lichts in derſelben durch wellenförmige Bewegung, oder Wirbel, welche jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen um ſich her errege, erklärt. Dieſe Huygenſche Meinung hat Euler (*Nova theoria lucis et colorum*; in ſeinen *Opuſc. varii argument. Berol.* 1746. S. 169. ff., und *Lettres à une Princeſſe d'Allemagne T. I. L.* 17—31) in ſeiner ſo berühmt gewordenen Theorie zum Grunde gelegt, und dem Gebäude durch ſeine ſcharfſinnigen Berechnungen und fruchtbare Anwendung ſehr viele Liebhaber erweckt. Er nimmt an, daß eine höchſt ſubtile und elaſtiſche Materie, oder der Aether, im Weltraum ausgebreitet ſey. Dieſer Aether iſt, ſeiner Berechnung zu Folge, 38736100 mal dünner, als die Luft, ſeine Elaſticität iſt aber 1287 mal größer, als die der Luft. Leuchtende Körper ſind ſolche, deren Oberfläche in einem ſchnellen Zittern ihrer Theilchen iſt, die dadurch den berührenden Aether eben ſo bewegen, wie die ſchallenden Körper durch ihre Schwingungen die Luft. Die Pulſus des Aethers pflanzen ſich nach allen Seiten zu fort, wie die Radii einer Sphäre von ihrem Mittelpuncte. Die Succeſſion dieſer Schläge in einer und derſelben geraden Linie macht den Lichtſtrahl aus. Durchſichtige Körper ſind ſolche, deren Subſtanz dieſe Schläge ſelbſt fortpflanzt; undurchſichtige hingegen ſolche, deren Theilchen vom Aether in Schwingung geſetzt werden, und demſelben eben ſo wieder, wie die leuchtenden Körper, neue Pulſus ertheilen. Euler beſtreitet zur Begründung ſeiner eigenen Hypotheſe das Newtonſche Emanationsſyſtem mit folgenden Gründen: 1) Wenn ſich die Natur nur bey geringen Diſtanzen der Ausflüſſe bedient, z. B. beym Geruch, um die Empfindungen zu erregen, bey weitern Diſtanzen

hin-

hingegen, wie zur Fortpflanzung des Schalles, keine ſolche Ausflüſſe braucht, ſo muß ſie auch, um noch entferntere Dinge dem Geſichte empfindbar zu machen, dieſe andere Fortpflanzungsart gewählt haben. — Ich muß geſtehen, daß ich die Bündigkeit des Schluſſes von dem Warum? auf das Wie? nicht gehörig einſehe. 2) Beym Emanationsſyſtem müßten die Himmelsräume mit der Materie des Lichts ſo angefüllt ſeyn, und dies müßte mit einer ſo großen Geſchwindigkeit bewegt werden, daß dadurch die Planeten in ihrem Laufe geſtört werden würden. — Allein nicht zu gedenken, daß ein Theil dieſes Einwurfs auf das Eulerſche Syſtem ſelbſt zurückfällt, und daß er ſo gut, wie ganz, verſchwindet, wenn man das Licht als eine discrete Flüſſigkeit betrachtet, deren Theilchen in ſo großen Zwiſchenräumen von einander abſtehen, und mit einer ſolchen Geſchwindigkeit bewegt werden, daß dieſe z. B. in einem Lichtſtrahl 5 Erdhalbmeſſer von einander entfernt ſeyn können, und er uns doch als eine zuſammenhängende Linie erſcheinen kann. 3) Die unzählbaren Lichtſtrahlen müßten ſich nach ſo vielen Richtungen durchkreuzen, daß ſie durch ihren Anſtoß an einander, ſich in ihren Bewegungen nothwendig hemmen und ſtören würden. — Der Einwurf fällt weg, ſobald man nicht annehmen darf, daß das Licht in einem concreten Strome von den leuchtenden Körpern ausfließe, ſondern eine discrete Flüſſigkeit mit ſo ungemeinem Abſtande ihrer Theilchen iſt. 4) Die Sonne müßte durch den beſtändigen Ausfluß der Lichtſtrahlen von derſelben einen Abgang ihrer Maſſe erleiden, und wenn dieſe Verminderung der Sonne noch 5000 Jahre unmerklich ſeyn ſollte, ſo müßte die Dichte der Lichtſtrahlen an der Erde eine Trillion mal geringer ſeyn, als die Dichte der Sonne, welches unbegreiflich ſey. — Hierauf aber läßt ſich doch wol antworten, daß ſich aus unſerer ſubjectiven Unbegreiflichkeit kein Schluß auf die objective Unmöglichkeit machen läßt; und daß durch einen uns unbekannten Kreislauf das Licht wieder zur Sonne, als ſeiner Quelle, gebunden oder frey zurückkehren kann, um als freyes Licht von da wieder ausgeſendet zu werden. Die Dünne des Lichts, die Euler berechnet, kann auch noch geringer ſeyn, ohne daß ſie deswegen einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthielte. Eine gleiche Bewandtniß hat es 5) mit der unbegreiflichen Geſchwindigkeit, die, nach dem Emanationsſyſtem, das Licht in ſeiner Bewegung haben müßte. Endlich 6) der Einwurf, daß die durchſichtigen Körper alle nach geradlinigten Gängen ſo durchbohrt ſeyn müßten, daß für die undurchdringliche Materie derſelben kein Raum übrig bleibe, iſt ebenfalls wieder von einer blos ſubjectiven Unbegreiflichkeit der Materie an ſich hergenommen, die gegen die objective Realität der letzteren gar nichts beweiſen. Nehmen wir nicht beym Lichtſtrahl Stetigkeit an, obgleich keine da iſt? Halten wir nicht

nicht den Stundenzeiger der im Gange begriffenen Taſchen-uhr für ruhend, ob er ſich gleich bewegt? Wenn wir alſo ſchon ſolche Abſtände bey dem Auseinanderſeyn der Theile nicht mehr unterſcheiden können, wie wollen wir verlangen, daß wir die Poroſität des Glaſes und der durchſichtigen Körper fürs Licht ſollten wahrnehmen können, deſſen unbe-greifliche Feinheit wir gern eingeſtehen wollen? Ueberdem wird auch, wie die Erfahrung lehrt, von allen durchſichtigen Körpern ein großer Theil des Lichts wirklich zurückgeworfen und intercipirt. — Dagegen läßt ſich auf der andern Sei-te gegen die Eulerſche Theorie vom Aether ſelbſt anführen, 1) daß dabey ein Weſen angenommen wird, deſſen Daſeyn nur vorausgeſetzt, nicht erwieſen iſt, 2) daß, wenn die-ſer Aether als eine concrete Flüſſigkeit angeſehen wird, er bey der genauen Berührung ſeiner Theilchen alles mit voll-kommener Dichte ausfüllen müßte, und er im Grunde mit dem carteſianiſchen Elemente übereinkommen würde, gegen welches die Beweglichkeit der Körper ſpricht; 3) daß aber, wenn er als discrete Flüſſigkeit angeſehen werden ſoll, ſehr große Schwierigkeiten gegen die Ausbreitung und Fort-pflanzung ſeiner Schläge ſtattfinden, und die ganze Euler-ſche Hypotheſe überhaupt damit nicht beſtehen kann; 4) daß ſich das Licht ganz anders ausbreitet, als die Schallwellen; denn das Sonnenlicht, das durch eine Oeffnung in ein fin-ſteres Zimmer fällt, müßte nicht blos in der geraden Linie, die ſich von der Sonne durch die Oeffnung ziehen läßt, ſon-dern an allen Orten im Zimmer geſehen werden, ſo wie man den Schall vor der Oeffnung außer dem Zimmer in demſelben an allen Stellen hört. Dies und die einfachen, ungezwun-genen Erklärungen bey dem Phänomen des Lichts nach dem Newtonſchen Syſtem, die Modificationen, die es offenbar bey andern Phänomenen erleidet, die Veränderung der Miſchung, die es in den Körpern hervorbringt, die Erzeugung der Verbrennlichkeit bey dem Wachsthum der Pflanzen, an dem das Licht ſo großen Antheil haben muß, wenn er ge-deihen ſoll, die Bildung von Luftarten durch Beytritt des Lichts zu gewiſſen Subſtanzen, die Verwandlung des Sil-berkalks durch bloßes Licht in brennbarhaltiges Silber, al-les dies giebt der Lehre von der Exiſtenz einer eigenen Lichtmaterie ein entſcheidendes Uebergewicht über die Lehre, daß das Licht nur ein Zuſtand des Aethers ſey.

Geradlinigte Fortpflanzung des Lichts.

§. 521. Ohngeachtet alſo die Theilchen des Lichts, die uns als Strahlen erſcheinen, an ſich kei-nen ununterbrochenen Strom ausmachen, ſo können

wir

wir uns doch hier die Sache ſo vorſtellen, wie ſie uns erſcheint, und wir können alſo zur Erleichterung der Erklärung die Lichtſtrahlen als gerade Linien anſehen, die vom ſtrahlenden Puncte nach der Sphäre zugehen, die wir uns um den leuchtenden Punct denken können, und deren Mittelpunct dieſer ſtrahlende Punct iſt.

§. 522. Es folgt zugleich hieraus, daß die Lichtſtrahlen, die von einem ſichtbaren Puncte ausfahren, und auf die Hornhaut oder Pupille unſeres Auges oder ſonſt auf eine runde Fläche fallen, einen Strahlenkegel bilden müſſen, deſſen Grundfläche an unſerm Auge oder an der anderen Fläche, und deſſen Spitze an dem ſtrahlenden Puncte iſt.

§. 523. Wenn die Stärke des Lichts (intenſitas lucis) von der Menge der auf eine Fläche fallenden Lichtſtrahlen abhängt, ſo ſieht man auch leicht ein, daß ſich dieſelbe umgekehrt verhalten müſſe, wie das Quadrat der Entfernung der erleuchteten Fläche von dem ſtrahlenden Puncte (§. 523.); ferner, daß von einerley ſtrahlendem Puncte bey gleicher Entfernung weniger Lichtſtrahlen auf einerley Fläche fallen müſſen, wenn die Achſe des Lichtkegels ſchief, als wenn ſie ſenkrecht darauf iſt, und daß immer deſto weniger Strahlen auf die Fläche fallen müſſen, je ſchiefer der Auffallswinkel der Achſe des Lichtkegels iſt.

* Es ſey c (Fig. 56.) ein ſtrahlender Punct, von welchem rund herum Lichtſtrahlen ausfließen. Ein Theil dieſes Lichts werde von der Kreisfläche ACB aufgefangen, deren Durchmeſſer AB iſt, ſo iſt cAB ein Strahlenkegel, deſſen Spitze c und deſſen Grundfläche ACB iſt. Die dem ſtrahlenden Puncte c zugekehrte Seite der Kreisfläche ACB wird von demſelben Erleuchtung erhalten und alles Licht empfangen, das zwiſchen den äußern Strahlen cA und cB an der Peripherie des Kegels enthalten

ten iſt. Wird nun dieſe Kreisfläche nur halb ſo weit vom ſtrahlenden Puncte c in ab geſtellt, ſo daß, wie vorher, die Achſe deſſelbigen Strahlenkegels cC ſenkrecht auf ihrem Mittelpuncte ſteht, ſo wird nur der vierte Theil dieſer Kreisfläche von eben den Strahlen erhellet werden, die vorher die ganze Fläche erhellten. Denn die Kreisflächen verhalten ſich wie die Quadrate der Durchmeſſer, und der Durchmeſſer der Durchſchnittsfläche des Kegels, die bey dem auf der Achſe ſenkrecht geführten Schnitt in der halben Entfernung derſelben von der Spitze entſteht, iſt halb ſo groß. ABC empfängt alſo bey der noch einmal ſo weiten Entfernung von c auf ihrer ganzen Fläche nicht mehr Lichtſtrahlen von c, als der vierte Theil derſelben Fläche, wenn ſie in ab oder in der halben Entfernung von c ſteht. Der Theil der Fläche, der in ab alle Strahlen eben dieſes Strahlenkegels auffängt, wird alſo bey der doppelten Entfernung von c in AB nur den vierten Theil der Strahlen dieſes Strahlenkegels empfangen, folglich bey der doppelten Entfernung viermal weniger vom ſtrahlenden Puncte c erleuchtet werden, und die Intenſität der Erleuchtung wird ſich alſo umgekehrt verhalten, wie das Quadrat der Entfernung vom ſtrahlenden Puncte.

Wenn ferner die Achſe cC des Lichtkegels cAB nicht ſenkrecht auf der Fläche ACB ſteht, ſondern dieſe ſchief dagegen, wie dB, geſtellt wird, ſo lehrt der Augenſchein, daß alsdenn nicht mehr alle zwiſchen cA und cB enthaltene Strahlen die Fläche treffen können, ſondern ein Theil vorbeygeht, und alſo weniger Lichtſtrahlen ſie erhellen müſſen, als vorher.

Wenn alſo bey der Entfernung z. B. von 10 Fuß von der Flamme einer brennenden Wachskerze kleine Schrift mit einer gewiſſen Deutlichkeit geleſen werden kann, ſo werden bey der Entfernung von 20 Fuß vier ſolcher Flammen der Wachskerze nöthig ſeyn, um die Schrift in eben der Starke der Erleuchtung wahrzunehmen. Doch iſt dies Exempel nicht ganz paſſend.

§. 524. Die Lichtſtrahlen, welche bey ihrer Entwickelung aus dem ſtrahlenden Puncte ausfahren, entfernen ſich natürlicherweiſe immer weiter von einander, und heißen **divergirend, auseinanderfahrend** (radii divergentes), und ihre **Divergenz** muß deſto größer ſeyn, je größer der Winkel an der Spitze des Strahlenkegels wird. Sonſt können

nen aber auch Lichtſtrahlen (wie dies in der Folge erhellen wird) von einer Fläche nach einem Puncte hin zuſammenlaufen, oder convergiren (radii convergentes), und es muß ebenfalls die Convergenz derſelben deſto größer werden, je näher die Spitze des Strahlenkegels der Grundfläche deſſelben zutritt.

Es ſey (Fig. 57.) AB eine Kreisfläche, die vom ſtrahlenden Puncte c Erleuchtung erhält, ſo iſt cAB ein Strahlenkegel, und der Winkel, welchen die zwey äußern Strahlen an den entgegengeſetzten Puncten der Peripherie A und B mit einander in c machen, AcB. Wird dieſelbige Grundfläche dem ſtrahlenden Puncte c näher geſtellt, wie in ab, ſo wird der Winkel acb, den nun die äußern Strahlen in dem entgegengeſetzten Puncte der Peripherie a und b bilden, größer, die Größe der Divergenz der Strahlen wird ſo aus der Größe des Winkels in C beurtheilt.

Es laufe ferner ein Strahl (Fig. 58.) von A nach c, und ein anderer von B nach c, ſo heißen ſie nun convergirend, und die Größe ihrer Convergenz wird durch den Winkel AcB ausgedrückt. Wenn nun eben dieſe Strahlen früher zuſammentreffen, wie Af und Bf, ſo wird der Winkel AfB größer ſeyn, und man ſagt, ihre Convergenz ſey größer.

§. 525. Wenn die Fläche, welche die divergirenden Strahlen von einem ſtrahlenden Puncte auffängt, ſich weiter vom letztern entfernt, ſo wird auch der Winkel der äußerſten an entgegengeſetzten Puncten der Peripherie der Fläche auffallenden divergirenden Strahlen kleiner; und bey einer ſehr großen Entfernung endlich ſo klein, daß der Winkel für uns ganz verſchwindet, und daß man die auffallenden Strahlen als parallel anſehen kann, die alſo dann einen Strahlencylinder zu bilden ſcheinen.

§. 526. In einem freyen Mittel würde die Stärke des Lichts paralleler Strahlen bey ihrem Fortgange nicht vermindert werden; ſie wird es aber

aber in durchſichtigen Körpern, weil dieſe wegen ihrer Undurchdringlichkeit nicht völlig und nie ſo durchſichtig ſind, daß ſie gar keine Strahlen aufhalten ſollten. Je dichter das Mittel iſt, deſto ſtärker iſt auch die Schwächung des Lichts in gleichen Entfernungen. Ueberhaupt aber nimmt die Stärke des Lichtes darin nach einer geometriſchen Progreſſion ab, wenn das Medium homogen und gleichförmig dicht iſt.

Es ſey ein durchſichtiges Medium, von homogener Natur, deſſen Dichtigkeit in allen Theilen gleichförmig ſey, und worin alſo das Verhältniß der Theile, die das Licht intercipiren, zu denen die es durchlaſſen, einerley ſey, in dem Ganzen, wie in einzelnen Schichten des Ganzen. Man denke ſich nun das ganze Medium in gleiche Schichten abgetheilt, ſo iſt klar, daß, wenn das Verhältniß der Theilchen des Raums, die das Licht intercipiren, zu denen, die es durchlaſſen, wie $x : 1$, und die Lichtmenge, die als parallel in die erſte Schicht tritt, durch 1 ausgedrückt wird, ſo wird der davon aufgehaltene Theil $\frac{1}{x}$ ſeyn. Die durch die erſte Schicht durchgehende Lichtmenge wird alſo $1 - \frac{1}{x}$ ſeyn; in der zweyten Schicht des Mediums wird davon der Theil $\frac{1}{x} - \frac{1}{xx}$ aufgefangen werden, folglich wird durch dieſe zweyte Schicht nur die Menge des Lichts gehen, die durch $1 - \frac{1}{x} - \frac{1}{x} + \frac{1}{xx} = 1 - \frac{2}{x} + \frac{1}{xx} = \left(1 - \frac{1}{x}\right)^2$ ausgedrückt wird. In der dritten Schicht wird davon der Theil $\frac{1}{x} - \frac{2}{xx} + \frac{1}{xxx}$ wieder aufgehalten werden, folglich wird durch dieſe dritte Schicht nur die Lichtmenge $1 - \frac{2}{x} + \frac{1}{xx} - \frac{1}{x} + \frac{2}{xx} - \frac{1}{xxx} = 1 - \frac{3}{x} + \frac{3}{xx} - \frac{1}{xxx} = \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3$ hindurchgehen, und zur vierten gelangen, u. ſ. w. Wenn alſo die Stärke des Lichts, d. i. die Menge des

Lichts, das in parallelen Strahlen auf die erſte Schicht trifft, durch 1 ausgedrückt wird, ſo iſt ſie auf der zweyten gleichen Schicht $= 1 - \frac{1}{x}$, auf der dritten $\left(1 - \frac{1}{x}\right)^2$, auf der vierten $\left(1 - \frac{1}{x}\right)^3$. Sie nimmt folglich in einer geometriſchen Progreſſion ab. Sind die Strahlen divergirend, ſo nimmt es auch noch überdem in der Progreſſion 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$ ꝛc. in den auf einander folgenden homogenen, gleichen, Schichten ab, und aus beiden Progreſſionen folgt, daß das Licht dann in der Progreſſion $1 - \frac{1}{x}$, $\left(1 - \frac{\frac{1}{x}}{4}\right)^2$, $\left(1 - \frac{\frac{1}{x}}{9}\right)^3$, $\left(1 - \frac{\frac{1}{x}}{16}\right)^4$ abnehme.

Scherffer Inſtitutiones phyſicae, P. II. S. 416. ff. 306. ff. Verſuche und Beobachtungen über die Schwächung des Lichts beym Durchgang durch durchſichtige Körper ſehe man bey Bouguer (*Traité d' Optique ſur la gradation de la lumiere, à Paris* 1760. gr. 4.) und Lambert (*Photometria, Aug. Vindel.* 1760. 8.

§. 527. Durch undurchſichtige Körper wird das Licht in ſeinem Fortgange unterbrochen. Dieſe Unterbrechung des Lichtes nennt man **Schatten** (umbra), deſſen Dunkelheit von der Menge des aufgehaltenen Lichtes, und von der geringern oder größern Klarheit der benachbarten erleuchteten Gegenſtände herrührt. Schatten iſt daher Abweſenheit des Lichtes, oder Verminderung des Lichtes, und jeder opake Körper hat ſo viele Schatten, als ihn leuchtende Körper erhellen. Der Schatten iſt eigentlich keiner Bewegung fähig; und vollkommener Schatten iſt nur durch ſeine Gränzen erkennbar.

§. 528. Nicht allein die Seite des dunkeln Körpers, auf welche keine Lichtſtrahlen von einem ſtrahlenden Puncte fallen, ſteht im Schatten, ſondern jener

ner wirft auch einen Schatten auf andere hinter ihm ſtehende Körper, da die Lichtſtrahlen in gerader Linie fortgehen (§. 517). Dieſe letztere Art des Schattens heißt **gerader Schatten** (umbra recta), wenn er auf eine Horizontalebene fällt, auf welcher der dunkele Körper vertical ſtehet, und **umgekehrter Schatten** (umbra verſa), wenn er auf eine gegen den Horizont vertical ſtehende Ebene durch einen horizontal ſtehenden dunkeln Körper fällt, wie z. B. durch einen Stab, der in einer Mauer ſteckt.

§. 529. Aus der geradlinigten Ausbreitung des Lichtes folgt, daß die Figur des Schattens von den äußern Lichtſtrahlen, die an der Gränze des Dunkeln zunächſt vorbeyſtreichen, beſtimmt werde; daß der Schatten des Körpers bey ſeinem Fortgange breiter werde, wenn der leuchtende Körper kleiner iſt, als der dunkele; daß der Schatten des Körpers abnehme, wenn der Durchmeſſer des leuchtenden Körpers bey derſelbigen Entfernung vom dunkeln Körper größer wird; daß der Schatten einer dunklen Kugel cylindriſch ſey, wenn ſie gleichen Durchmeſſer mit der leuchtenden hat, coniſch, wenn ſie beide ungleichen Durchmeſſer haben; daß im letztern Fall der Schatten die Figur eines umgekehrten abgekürzten Kegels habe, und bey ſeinem Fortgange unbegränzt ſey und immer breiter werde, wenn der Durchmeſſer der dunkeln Kugel größer iſt, als der der leuchtenden; und endlich, daß der Schatten in eine Spitze auslaufe, wenn der Durchmeſſer der leuchtenden Kugel größer iſt, als der dunkeln. Ferner iſt die Länge des geraden Schattens auf einer horizontalen Ebene ohne Gränzen, wenn der leuchtende Punct, oder der leuchtende Körper, kleiner iſt, als der dunkele, und nicht höher

her ſteht, als der dunkele; ſteht er aber höher, als der dunkele, und iſt er als ein Punct zu betrachten, ſo iſt die Länge dieſes geraden Schattens begränzt, und verhält ſich zur Perpendicularhöhe des dunkeln Körpers, wie der Coſinus der Höhe des leuchtenden Körpers zum Sinus dieſer Höhe.

Es ſey (Fig. 59.) AB ein dunkeler Körper, der auf der Horizontalebene BD vertical ſteht. In S ſey ein leuchtender Punct, der nun gegen die ihm zugekehrte Seite des Körpers AB Lichtſtrahlen ſendet. Die abgewendete Seite von AB ſteht aber dagegen im Schatten, und der Körper AB verhindert auch, daß in der Länge BC Licht auf die Horizontalebene BD falle. SAC iſt der erſte Lichtſtrahl, der von S auf die Ebene fallen kann, und begränzt ſo die Länge des Schattens BC. Die Höhe des leuchtenden Punctes S über AB wird durch den Winkel SCB gemeſſen, deſſen Sinus AB iſt. Da BC dem Coſinus AF gleich iſt, ſo ſieht man leicht, daß CB : AB = AF : AB, oder daß ſich die Länge des Schattens zur Höhe des Objects verhält, wie der Coſinus der Höhe des leuchtenden Körpers zum Sinus dieſer Höhe.

Es folgt hieraus, daß, wenn die Höhe des leuchtenden Punctes über der Horizontalebene, auf welcher der dunkele Körper ſenkrecht iſt, 45° beträgt, die Länge des geraden Schattens gleich der perpendiculären Höhe des Objects ſey.

§. 530. Von dieſem **wahren Schatten** oder **Kernſchatten** (§. 527 — 529.) iſt noch der **Halbſchatten** (penumbra) zu unterſcheiden, der zwiſchen Schatten und Licht liegt, wohin erleuchtende Strahlen nur von einigen Puncten des leuchtenden Körpers, nicht aber von andern fallen können. Er findet daher ſtatt, ſo oft der leuchtende Körper einen merklichen Durchmeſſer hat, und iſt um deſto größer, je größer der ſcheinbare Durchmeſſer des leuchtenden Körpers gegen den des dunkeln Körpers iſt.

Die Gränzen des Kernſchattens ſind da, wo, wenn ſich das Auge daſelbſt befände, der leuchtende Körper von

demſelben ganz geſehen zu werden aufhören würde; und die Gränze des Halbſchattens iſt da, wo ein Theil des leuchtenden Körpers verdeckt zu werden anfängt. Es ſey (Fig. 60.) Sſ die Sonne, AB der Durchſchnitt einer auf der Horizontalebene BE ſenkrecht ſtehenden Mauer. So lange ſich das Auge in ED befindet, kann es die Sonne ganz ſehen; ſo wie es nach D kömmt, wird der untere Rand der Sonne ſ die Gränze von A zu berühren ſcheinen, und hier fängt der Halbſchatten an, der bis nach C reicht. Innerhalb CD kann zwar Licht von einigen, aber nicht von allen Puncten der Sonnenſcheibe fallen, und zwar immer von deſto wenigern, je näher der Raum gegen C zu liegt. In C iſt die Gränze des Kernſchattens, und ein Auge in C empfängt den äußerſten Strahl von dem obern Rande S der Sonnenſcheibe, und zwiſchen C und B kann es gar nichts mehr davon ſehen. Der Halbſchatten wird daher auch um deſto dunkeler, je näher er der Gränze des Kernſchattens liegt, und verwiſcht ſich um deſto mehr, je näher er der Gränze der vollkommenen Erleuchtung kömmt. Wird nun auch noch von andern Puncten zurückſtrahlendes Licht auf die im Halbſchatten liegende Fläche geworfen, ſo iſt er auch wol gar nicht mehr gehörig in ſeiner Gränze zu unterſcheiden.

Aus dieſem Halbſchatten iſt es herzuleiten, warum bey Mondfinſterniſſen vor der wirklichen Verfinſterung der Mond ſchwächer erleuchtet zu werden anfängt. Es ſey (Fig. 61.) S die Sonne, T die Erde, L der Mond, AB ein Theil ſeiner Bahn um die Erde. Da der Durchmeſſer der Sonnenkugel größer iſt, als der der Erdkugel, ſo iſt der koniſche Kernſchatten der letztern begränzt (§. 529.), und läuft in eine Spitze aus, wie VPp. Er wird begränzt durch die Strahlen MQV und mqV. Man ziehe nPA und NpB, ſo beſtimmen dieſe die Gränze des anfangenden Halbſchattens AD und BC. Wäre ein Auge in A, ſo würde es noch die ganze Sonnenſcheibe zuletzt ſehen; innerhalb AD und BC aber nur einen Theil derſelben. So wie alſo der Mond in den Raum AD tritt, ſo empfängt er nicht mehr von der ganzen Sonnenſcheibe, ſondern nur von einem Theil derſelben Licht; er erſcheint alſo minder erleuchtet, wird bläſſer oder dunkler, und dies um deſto mehr, je näher er nach D kömmt, wo der wahre Schatten anfängt. Eben ſo iſt es bey ſeinem Austritt aus dem wahren Schatten bey C, wo er immer heller zu werden anfängt, je näher er nach B kömmt.

Die Länge des Kernſchattens TV läßt ſich beſtimmen, wenn die Entfernung der Erde von der Sonne TS = po, und die Halbmeſſer der Erde Tp und der

Son-

Sonne Sm bekannt ſind. Die äußerſten Strahlen MP und mp berühren beide Kugeln, und laufen in V zuſammen. Wenn daher Sm und Tp auf der Tangente mpV ſenkrecht ſind, und qo mit TS parallel iſt, ſo ſind die Dreyecke moq und pTV ähnlich, und es iſt mo : op (oder ST) = Tp : TV. mo aber iſt = Sm — Tp. Folglich iſt $TV = \frac{Tp \times ST}{Sm - Tp}$. Oder auch, weil die Dreyecke SMV und TPV ähnlich ſind, ſo iſt SM : TP = SV : TV oder SM : TP = ST + TV : TV, folglich SM — TP : TP = ST : TV, und daher $TV = \frac{TP \times ST}{SM - TP}$; oder die Länge des Kernſchattens der Erde iſt gleich dem Producte aus dem Halbmeſſer der Erde durch die Entfernung des Mittelpunctes der Sonne vom Mittelpunct der Erde, dividirt durch die Differenz des Halbmeſſers der Sonne und der Erde.

Zurückſtrahlung des Lichts.

§. 531. Die Lichtſtrahlen, welche durch einen Körper in ihrem Fortgange aufgehalten, ſonſt aber davon nicht gebunden werden, werden wieder zurückgeworfen. Dieſe Veränderung der Richtung des Lichtes, wodurch ſie wieder in das Mittel, aus welchem ſie kommen, zurückgeſchickt werden, heißt die **Zurückſtrahlung** oder **Reflexion des Lichtes** (reflexio lucis); und das allgemeine Geſetz derſelben iſt: **Daß der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich iſt.**

Man hat dieſe Zurückſtrahlung des Lichts nach den Geſetzen des Stoßes federharter Körper an harten Flächen (§. 268.) zu erklären geſucht; aber dabey offenbar die Expanſivkraft oder eigentliche Elaſticität mit der Federhärte (§. 123.) verwechſelt, welche letztere man doch wol einer discreten Flüſſigkeit, wie das Licht iſt, nicht zuſchreiben kann. Newton (*Opt. L. II. P. 3. prop. 9.*) leitet weit natürlicher die Zurückwerfung des Lichts von eben derſelbigen Urſach her, von der auch die Brechung abhängt, nur daß ſie unter verſchiedenen Umſtänden ſich anders äußert. Dasjenige Licht nemlich, das durch den Körper nicht hindurch geht, oder von ihm nicht angezogen wird, wird durch die reflectirende

ſo abgeſtoßen, als ob eine Repulſionskraft in dieſer Fläche ſelbſt wäre. Er zeigte auch, daß die ſchief auffallenden Lichtſtrahlen nicht eigentlich unter einem ſpitzen Winkel zurückgeworfen, ſondern vor der Berührung erſt gekrümmt und in die Geſtalt einer Curve gebracht werden, deren erhabene Seite gegen die Fläche zugekehrt iſt. Iſt dieſe Krümmung ſo ſtark geworden, daß die Lichttheilchen parallel gegen die Zurückſtrahlungsfläche gehen, ſo kann es ſich derſelben nicht weiter nähern, ſondern weicht nach dem Satze von der Zerlegung der Kräfte in eben der Bahn zurück, als es ankam, bis es, wenn es aus dem Wirkungskreiſe der Fläche getreten iſt, nach der Tangente der Curve geradlinigt, und wie leicht einzuſehen iſt, unter eben dem Winkel gegen die reflectirende Fläche, als es ankam, zurückſtrahlt. Der Strahl dringt deſto tiefer in den Wirkungskreis der Repulſion ein, je gerader er auf der zurückſtrahlenden Fläche ſteht.

Alles dies läßt ſich nun eben ſo erklären, wenn man annimmt, daß eine Expanſivkraft der Lichtmaterie urſprünglich afficirt, der, wenn ſie nicht durch Bindung der Einſaugung des Lichts von der Materie des Körpers ganz aufgehoben wird, deſto mehr widerſtanden wird, je näher das Lichttheilchen der Materie kömmt, die nicht damit cohärirt. Bey dem ſchief einfallenden Strahle läßt ſich nach der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte, ſeine bewegende Kraft in eine perpendiculäre und parallele, in Anſehung der Fläche, auf welche er fällt, zerlegen. Es ſey LMNO ein ſolcher reflectirender Körper, LM ſeine reflectirende Fläche, Ai ein ſchief darauf fallender Lichtſtrahl. Der Bewegung des Lichttheilchens werde ſchon in CD von der Fläche LM zu widerſtehen angefangen. Die Bewegung deſſelben in der Richtung Ai kann zerlegt werden, in die Kräfte nach der Richtung AP und Pi. Nur die Perpendiculärkraft Pi kann Widerſtand erleiden, nicht die Parallelkraft AP. Je mehr nun das Lichttheilchen unterhalb CD ſich der Fläche LM nähert, deſto mehr wird ſeine Expanſivkraft thätig, die es von LM zu entfernen ſtrebt. Die Perpendiculärgeſchwindigkeit Pi leidet deſto mehr Verminderung, je näher das Lichttheilchen gegen LM kömmt. Die parallele AP kann keine erleiden. Der Lichtſtrahl beſchreibt alſo eine Curve io. Iſt das Lichttheilchen in o gekommen, und ſeine vorige Perpendiculärgeſchwindigkeit Pi nun ganz aufgehoben, ſo würde es nach der mit der Fläche LM parallel laufenden Richtung fortgehen; die gegen LM aber thätig gewordene Expanſivkraft treibt es wieder nach der Richtung hE = iP, und da ſie immer um de-

ſto kleiner wird, je weiter ſich das Lichttheilchen von LM entfernt, ſo beſchreibt es von o an die andere Hälfte der Curve oh eben ſo, als es bey ſeiner Ankunft io beſchrieb, und geht bey h, wo die Thätigkeit der Expanſivkraft nicht weiter zunimmt, nach der Tangente hB geradlinigt fort. Ai und Bh ſind Tangenten der von dem Scheitel o der Curve gleich weit entfernten Puncte, und oi und oh ſind gleich; daher ſind auch die Winkel, welche die Tangenten Ai und Bh mit LM zu machen ſcheinen, oder AFL und BFM, gleich. Obgleich alſo das Licht nicht eigentlich unter ſcharfen Winkeln zurückgeworfen wird, ſo können wir doch in der Folge die Sache ſo betrachten, weil die Lichtſtrahlen eben ſo zurückgeworfen werden, daß, wenn ſie bis zur Berührung der reflectirenden Fläche verlängert würden, ſie daſelbſt einen ſcharfen Winkel bilden würden.

Nach Euler ſind ſpiegelnde Körper ſolche, deren Theilchen durch die Schwingungen des Aethers nicht ſelbſt in Bewegung geſetzt werden, ſondern die Pulſus deſſelben bloß unter dem Reflexionswinkel zurückſenden.

Carol. Benvenuti Diſſ. de lumine. Rom. 1754. Vienn. 1761. 4.

§. 532. Wenn man daher einen Sonnenſtrahl in einem finſtern Zimmer mit einem gemeinen Spiegel auffängt, ſo findet man, daß der Strahl von dem Spiegel in gerader Linie unter eben dem Winkel wieder zurückgehet, welchen der auffallende Strahl mit dem Spiegel machte. Es ſey AB der Planſpiegel (Fig. 63.). Der Strahl DC, welcher von dem leuchtenden Körper nach dem Spiegel hingeht, heißt der **einfallende Strahl** (radius incidens); die gerade Linie, welche auf den Einfallspunct C ſenkrecht gegen den Spiegel gezogen werden kann, oder FC, heißt das **Einfallsloth** (cathetus incidentiae); der Winkel DCF, welchen der einfallende Strahl mit dieſem Einfallslothe macht, der **Einfallswinkel** (angulus incidentiae); der Strahl CG, der vom Spiegel zurückgeht, der **zurückgeworfene Strahl** (ra-

(radius reflexus), und der Winkel GCF, welchen er mit dem Einfallslothe bildet, der Zurückſtrahlungswinkel (angulus reflexionis).

§. 533. 1) Der reflectirte Strahl liegt mit dem einfallenden und dem Einfallslothe in einerley Ebene 2) Jeder perpendiculär auffallende Strahl wird von einer reflectirenden Ebene in ſich ſelbſt zurückgeworfen. 3) Jeder Punct einer reflectirenden Ebene reflectirt das Licht von allen Puncten des leuchtenden oder erleuchteten Objects.

§. 534. Aus dem allgemeinen Reflexionsgeſetze (§. 531.) folgt ferner, daß, wenn der reflectirende Körper eine ebene Fläche iſt, die darauf fallenden parallelen, divergirenden oder convergirenden Strahlen bey der Reflexion denſelben Parallelismum, dieſelbe Divergenz oder Convergenz behalten, die ſie vor dem Einfallen hatten.

1) Es ſey AB (Fig. 64.) eine reflectirende ebene Fläche, auf welche die parallelen Strahlen EC, ec auffallen. Da ſie parallel ſind, ſo ſind auch ihre Einfallswinkel ECD und ecd gleich; unter eben ſolchen Winkeln aber werden ſie zurückgeworfen. Da alſo die reflectirten Strahlen CF und cf eben die Winkel mit dem Einfallslothe Dc und dc machen, ſo ſind ſie auch noch, wie vorher, parallel.

2) Es ſey C (Fig. 65.) ein ſtrahlender Punct, von welchem die divergirenden Lichtſtrahlen CD und CF nach der ebenen Zurückſtrahlungsfläche AB gehen. Da ſie unter eben dem Winkel reflectirt werden, unter welchem ſie auffallen, ſo wird der Strahl CD von D nach E, und der Strahl CF von F nach G zurückgeworfen. Wenn wir nun dieſe reflectirten Strahlen rückwärts hinter der Ebene AB verlängern, ſo laufen ſie in c zuſammen, und der Winkel DcF iſt gleich dem Winkel DCF. Sie fahren alſo nach der Reflexion nicht früher und nicht ſpäter auseinander, als ſie es gethan haben würden, wenn ſie von c ausgegangen wären, und der Winkel ihrer Divergenz iſt derſelbige.

3) Er

3) Es fahren die Strahlen ED und GF (Fig. 66.) ſo gegen die reflectirende Ebene AB, daß, wenn dieſe nicht da wäre, ſie zuſammenlaufen würden. Sie werden davon aber unter dem Winkel reflectirt, unter welchem ſie auffielen, und der Strahl ED geht nach f, der Strahl GF auch nach f. Wenn wir die einfallenden Strahlen in Gedanken hinter der Fläche AB verlängern, ſo laufen ſie in C zuſammen, und bilden den Winkel der Convergenz DCF gleich dem Winkel DfF. Sie fahren alſo nach der Reflexion nicht früher und ſpäter zuſammen, als ohne die Reflexion. Ihre Convergenz bleibt alſo dieſelbige.

§. 535. Wenn aber auch die reflectirende Fläche nicht eben, ſondern krumm oder ſphäriſch iſt, ſo läßt ſich aus dieſem allgemeinen Geſetze der Reflexion der Weg der reflectirten Strahlen ebenfalls beſtimmen, da man die Elemente dieſer Fläche als aus unendlich kleinen einen Winkel einſchließenden geraden Flächen beſtehend anſehen kann, und ein Lichtſtrahl nur auf einen Punct fällt.

§. 536. 1) Der Lichtſtrahl, welcher auf eine **concave ſphäriſche reflectirende Fläche fällt**, und durch den Mittelpunct der Kugel geht, wovon die Fläche ein Theil iſt, wird in ſich ſelbſt zurückgeworfen, da er ſenkrecht darauf ſtehet. 2) Lichtſtrahlen, welche parallel mit einander auf eine concave ſphäriſche reflectirende Fläche fallen und der Achſe der Fläche unendlich nahe ſind, nähern ſich nach der Reflexion, und vereinigen ſich in einem Puncte, welchen man den **Brennpunct** oder **Vereinigungspunct paralleler Strahlen**, oder auch ſchlechtweg den **Brennpunct** (focus) nennt. Dieſe Strahlen treffen in der Entfernung des halben Halbmeſſers der Kugel zuſammen, wovon die Fläche ein Theil iſt. 3) Wenn aus dem Brennpuncte divergirende Strahlen nach der concaven ſphäriſchen Fläche zugehen,

ſo werden ſie alle parallel zurückgeworfen werden; folglich wird das Licht dadurch auf eine große Weite ungeſchwächt fortgepflanzt. 4) Ueberhaupt werden divergirende Strahlen von dieſer Fläche als weniger divergirend, oder als parallel, oder als convergirend zurückgeworfen, je nachdem die Entfernung des ſtrahlenden Punctes von der Fläche kleiner oder größer iſt. Convergirende Strahlen aber werden als mehr convergirend zurückgeworfen. 5) Wenn endlich die auffallenden Strahlen bey dieſer concaven ſphäriſchen Fläche aus dem Mittelpuncte der Kugelfläche kommen, ſo werden ſie alle in ſich ſelbſt zurückgeworfen, da ſie alle auf der Fläche ſenkrecht ſtehen.

Wenn wir die Diſtanz des ſtrahlenden Punctes von der reflectirenden hohlen ſphäriſchen Fläche d, den Radius der Krümmung dieſer Fläche r nennen, ſo iſt in allen Fällen die Entfernung des Vereinigungspunctes der darauf fallenden Strahlen nach der Reflexion, oder die Diſtantia focalis, $x = \frac{dr}{2d - r}$.

1) Alle dieſe Sätze laſſen ſich leicht aus dem allgemeinen Reflexionsgeſetze (§. 531) herleiten, und es läßt ſich durch Zeichnung und Rechnung der Weg der Lichtſtrahlen bey der Reflexion beſtimmen. Es ſey z. B. (Fig. 67.) DBd eine concave ſphäriſche reflectirende Fläche, C das Centrum dieſer Kugelfläche, CB der Radius der Krümmung der Fläche, A der ſtrahlende Punct, und ſeine Entfernung von der reflectirenden Fläche AB. Der Strahl AB geht durch den Mittelpunct C der Krümmung; er ſteht folglich ſenkrecht auf der Fläche DBd, und wird alſo in ſich ſelbſt reflectirt. Es gehe nun ein Strahl AD und Ad nach der Fläche, ſo werden dieſe unter dem Winkel reflectirt werden, unter welchem ſie auffallen. Man ziehe deshalb das Einfallsloth CD und Cd, und den Winkel CDF = CDA, imgleichen CdF = CdA, ſo ſind DF und dF die reflectirten Strahlen, die ſich in F vereinigen, und F iſt alſo der Brennpunct oder Focus dieſer Strahlen. Um nun des Brennpunctes F Abſtand BF = x von der concaven ſphäriſchen Fläche durch Rechnungen zu beſtimmen, und eine Formel dazu zu fin-

finden, wollen wir ſetzen, daß der Strahl AD der Achſe AB unendlich nahe komme, oder daß der Bogen BD unendlich klein ſey, ſo wird FB für FD und CB für CD genommen werden können. Da die Winkel CDA und CDF gleich ſind, ſo iſt AD : DF = AC : CF. Da wir nun AD = AB = d, und DF = BF = x nehmen, und BC = r geſetzt wird, ſo iſt AC = d − r, FC = r − x. Wenn wir nun dies in der vorigen Formel ſubſtituiren, ſo haben wir das Verhältniß d : x = d − r : r − x, woraus wir dr − dx = dx − rx, oder dr = 2dx − rx, und $\frac{dr}{2d-r} = x$, als die geſuchte Größe erhalten; oder die Entfernung des Brennpunctes FB = $\frac{AB \times BC}{2AB - BC} = \frac{AB \times BC}{AB + AC}$, was allgemein die Diſtanz des Focus von den hohlen Kugelflächen ausdrückt.

2) Wenn AB oder d, d. i. die Entfernung des leuchtenden Punctes, ſo groß iſt, daß der Radius BC der reflectirenden Kugelfläche, als unendlich klein, dagegen verſchwindet, ſo wird AB = AC geſetzt werden können; dann verwandelt ſich die vorige Formel $x = \frac{dr}{2d-r}$ in $\frac{\infty r}{2\infty} = \frac{1}{2} r$, oder FB = $\frac{AB \times BC}{2AB} = \frac{BC}{2}$, oder der Brennpunct iſt um die Hälfte des Halbmeſſers der Kugelfläche von derſelben entfernt. Wenn alſo die Strahlen als parallel anzuſehen ſind, ſo iſt die Entfernung des ſtrahlenden Punctes in Vergleichung mit dem Radius der Kugelfläche für unendlich groß zu halten, und der Vereinigungspunct dieſer parallel einfallenden Strahlen nach der Reflexion iſt ½ r. Es ſeyen alſo GK, DE, dg (Fig. 68.) parallel auf die hohle Kugelfläche AB einfallende Strahlen, ſo wird der Strahl DE in ſich ſelbſt zurückgeworfen, da er durch das Centrum C der Kugelfläche geht; der Strahl GK wird nach f, und der Strahl dg auch nach f zurückgeworfen, und ihr Vereinigungspunct oder Focus iſt f, deſſen Abſtand von der Kugelfläche fE = ½ CE = ½ r iſt, wo r den Radius der Krümmung ausdrückt. — Eigentlich kommen nur diejenigen Strahlen in einem Punct hier zuſammen, die der Achſe DE unendlich nahe ſind; die weiter davon entfernten vereinigen ſich immer um deſto früher mit der Achſe, weil ſie deſto ſchiefer auf der Fläche ſtehen, und alſo unter einem deſto kleinern Winkel zurückgeworfen werden.

3) So

3) So lange die Diſtanz des ſtrahlenden Punctes von der reflectirenden hohlen Kugelfläche oder AB (Fig. 67.) größer iſt als der Radius der letztern, oder als BC, ſo lange bleibt der Vereinigungspunct F der Strahlen innerhalb dem Mittelpuncte C und der reflectirenden Fläche enthalten. Denn, wenn $AB > BC$, (oder $d > r$,) ſo iſt $2AB - BC > AB$ (oder $2d - r > d$), weil $2AB - AB = AB$ (oder $2d - d = d$); da nun $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$ $\left(\text{oder } x = \frac{dr}{2d - r}\right)$, und $BC = \frac{AB \times BC}{AB}$ $\left(\text{oder } r = \frac{dr}{d}\right)$, ſo iſt auch $FB < BC$ oder $x < r$, oder die Diſtanz des Vereinigungspunctes der reflectirten Strahlen iſt kleiner, als der Radius.

4) Wenn $AB = BC$ oder $d = r$ wird, ſo wird die Formel $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$ in $\frac{BC^2}{2BC - BC} = BC$, oder $x = \frac{dr}{2d - r}$ in $\frac{r^2}{2r - r} = r$ verwandelt. Dies heißt: die Strahlen, die aus dem Mittelpunct der Kugelfläche gegen dieſelbe fahren, werden in ſich ſelbſt zurückgeworfen, und ihr Vereinigspunct iſt das Centrum der Kugel dieſer Fläche ſelbſt.

5) Wenn der ſtrahlende Punct im Brennpuncte paralleler Strahlen (2), oder wenn $AB = \frac{BC}{2}$, oder $d = \frac{1}{2} r$ iſt, ſo wird in der vorigen Formel (1) $2AB - BC = 0$ oder $2d - r = 0$, und dann iſt der Focus, oder $FB = \frac{AB \times BC}{0}$, oder $x = \frac{dr}{0}$. Es verhält ſich aber $0 : BC = AB : \infty$, oder $0 : r = d : \infty$, folglich iſt FB oder $x = \infty$. Das heißt, die Strahlen laufen gar nicht oder in der unendlichen Entfernung nach der Reflexion zuſammen, oder ſie werden parallel zurückgeworfen. Wenn alſo (Fig. 68.) BA ein ſphäriſcher Hohlſpiegel, und deſſen Radius CE iſt, und es befindet ſich in f in der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Ec von der Spiegelfläche, als dem Brennpuncte paralleler Strahlen, ein ſtrahlender Punct, ſo werden die Strahlen fK und fg durch Reflexion KG und gd parallel mit der Achſe ED.

6) Wenn AB oder d (1) kleiner iſt als $\frac{1}{2}$ BC oder $\frac{1}{2}$ r, oder $2d < r$, d. h., wenn die Entfernung des ſtrahlenden Punctes von der hohlen ſphäriſchen Fläche kleiner iſt als der halbe Radius, oder als die Brennweite

te paralleler Strahlen, ſo wird FB oder x in der Formel zu einer negativen Größe, und die reflectirten Strahlen werden divergirend, und wieder rückwärts in Gedanken verlängert hinter der reflectirenden Fläche zuſammenfahren. So iſt es nach Fig. 69. Es ſey AP eine ſphäriſche reflectirende concave Fläche; der ſtrahlende Punct ſey in d, und ſeine Entfernung von der Fläche ſey kleiner, als ½ CB, oder kleiner als FB. Es gehen von ihm die divergirenden Strahlen dg und dh nach der Fläche hin; man ziehe das Einfallsloth Cg und Ch, und nehme die Winkel gK und Chl ſo groß als dgC und dhC, ſo ſind gK und hl die reflectirten Strahlen, die divergirend ſind, und ſo aus einander fahren, als ob ſie von dem Puncte D hinter der Fläche herkämen. Da der Winkel gDh < gdh, ſo iſt auch die Divergenz der reflectirten Strahlen kleiner, als die der einfallenden.

Divergirende Strahlen werden alſo bey dieſer Reflexion nach der verſchiedenen größern oder kleinern Entfernung des ſtrahlenden Punctes von der concaven ſphäriſchen Fläche entweder convergirend (Fig. 67), oder parallel (Fig. 68.) oder in ihrer Divergenz vermindert (Fig. 69.).

Wenn (Fig. 69.) die convergirenden Strahlen Kg und lh auf dieſe Fläche fallen, ſo werden ſie durch Reflexion in d zuſammenlaufen. Ohne Reflexion würden ſie es in D gethan haben. Da nun der Winkel gdh > gDh, ſo iſt ihre Convergenz vermehrt.

§. 537. Wenn die concave reflectirende Fläche die Krümmung einer Ellipſe hat, und der ſtrahlende Punct ſteht in dem einen Brennpuncte dieſer elliptiſchen Krümmung, ſo werden die divergirenden Strahlen durch die Reflexion alle nach dem andern Brennpunct der Ellipſe hingeworfen.

§. 538. Wenn die concave reflectirende Fläche die Krümmung einer Parabel hat, ſo werden alle Strahlen, welche mit der Achſe parallel auf dieſe Fläche fallen, durch die Reflexion genau in dem Brennpuncte der Parabel geſammlet; und die aus dieſem Brennpuncte auf die Fläche gehenden divergirenden Strahlen werden durch Reflexion zu parallelen.

§. 539. Bey convexen reflectirenden ſphäriſchen Flächen verhält es ſich mit den nicht ſenkrecht auffallenden reflectirten Strahlen umgekehrt wie bey den hohlen Kugelflächen (§. 536.). 1) Parallel auffallende laufen nach der Reflexion auseinander, und werden ſolchergeſtalt zerſtreuet und divergirend. Die reflectirten Strahlen rückwärts, in Gedanken verlängert, treffen in einem eingebildeten Brennpuncte zuſammen, der auch um die Hälfte des Halbmeſſers der Kugelfläche hinter derſelben liegt. 2) Convergirende Lichtſtrahlen, welche verlängert in dieſem eingebildeten Brennpuncte zuſammentreffen würden, werden natürlicherweiſe von der Kugelfläche als parallel reflectirt. 3) Ueberhaupt wird die Convergenz der darauf fallenden convergirenden Strahlen nach der Reflexion vermindert, und 4) die Divergenz der divergirend darauf fallenden nach der Reflexion vermehrt.

Wenn wir den Abſtand des ſtrahlenden Punctes von der reflectirenden convexen ſphäriſchen Fläche d, den Radius ihrer Krümmung r nennen, ſo iſt die Diſtanz des eingebildeten Brennpunctes hinter der Kugelfläche $x = \frac{dr}{2d + r}$.

Es ſey nemlich (Fig. 70.) ba eine convexe ſphäriſche Fläche, ihr Centrum C, der Radius ihrer Krümmung AC = r. Der ſtrahlende Punct befinde ſich in O. Der Strahl OA ſteht ſenkrecht auf der Fläche ab; denn verlängert würde er C, oder den Mittelpunct der Kugelfläche treffen; er wird alſo in ſich ſelbſt zurückgeworfen. Dieſer Achſe OA der Kugelfläche unendlich nahe falle der Strahl OI auf die Fläche. Man ziehe das Einfallsloth CIQ, ſo beſtimmet dies den Winkel OIQ; man mache damit den Winkel QIR gleich, ſo iſt der Reflexionswinkel gleich dem Einfallswinkel, und IR iſt der Weg des reflectirten Strahls. Verlängert man dieſen rückwärts von I nach F, ſo wird er mit dem ebenfalls verlängerten OA in F zuſammentreffen, und F iſt alſo der eingebildete Brennpunct hinter der reflectirenden Fläche.

Um nun eine allgemeine Formel für die Entfernung dieſes imaginären Brennpunctes zu finden, verfährt man, wie bey den concaven ſphäriſchen Flächen (§. 536. Anm.) geſchehen iſt. Die gegenüber ſtehenden Winkel RIQ und CIF ſind gleich, und eben ſo auch RIQ und OIQ, alſo iſt auch OIQ = CIF; und die Winkel OIQ und CIO haben einerley Sinus. Da wir den Strahl IO der Achſe AO unendlich nahe nehmen, ſo können wir auch IO = AO und FI = FA ſetzen; AO aber iſt der Abſtand des leuchtenden Punctes von der Fläche ab und = d; es ſey ferner AC = r, und die Entfernung des Brennpunctes FA = x; ſo iſt OC = d + r, IF = AF = x, CF = r — x. In dem Dreyeck ICO iſt IO : CO = ſin ICF : ſin CIO (oder ſin. QIO = ſin CIF). Ferner iſt in dem Dreyecke CIF, IF : CF = ſin ICF : ſin CIF. Es iſt demnach IO : CO = IF : CF. Subſtituiren wir dafür den angenommenen Werth dieſer Ausdrücke, ſo haben wir $d : d + r = x : r - x$. Hieraus erhalten wir $dr - dx = dx + rx$, und $x = \frac{dr}{2d + r}$, oder $FA = \frac{AO \times CA}{2AO + CA}$.

Man ſieht leicht, daß der Brennpunct immer innerhalb dem Centro C und der Fläche ab fallen müſſe, der Werth von d oder AO mag werden, wie er will. Die convexen ſphäriſchen Spiegel haben alſo nur einen eingebildeten Brennpunct für divergirende und parallele Strahlen, die Strahlen mögen kommen, wie ſie wollen. Wird AO oder d unendlich groß in Vergleichung mit r, oder werden die einfallenden Strahlen mit der Achſe parallel, ſo iſt $x = \frac{\infty r}{2 \infty} = \frac{r}{2} = \frac{1}{2} r$, und die reflectirten Strahlen rückwärts in Gedanken verlängert, treffen in der Hälfte des Halbmeſſers der Kugelfläche hinter derſelben zuſammen (Fig. 71.). Gehen die Strahlen umgekehrt, als convergirende ſo, daß ſie nach dieſem Brennpuncte zugerichtet ſind, wie ti und RI (Fig. 71.), ſo werden ſie durch Reflexion zu parallelen.

Iſt die Convergenz der Strahlen noch größer, ſo daß ſie noch vor dem Brennpuncte der parallelen Strahlen zuſammentreffen würden, wie (Fig. 70.) RI und OA, ſo werden ſie wenigſtens in der Convergenz vermindert; denn $IOA < RFO$.

§. 540. Eine jede Fläche, welche auf der Oberfläche recht glatt oder polirt iſt, und das Licht ordentlich reflectiret, heißt ein Spiegel (ſpeculum).

Jeder

Jeder ſichtbare Körper reflectirt zwar das Licht, weil er ſonſt nicht ſichtbar wäre; aber weil die Theilchen gegen einander eine ſehr mannigfaltige Lage haben, ſo reflectiren ſie das Licht nicht ohne Verwirrung und nicht in gemeinſchaftlicher Direction, wie ein eigentlicher Spiegel thun muß.

§. 541. Indeſſen giebt es keinen vollkommenen oder mathematiſchen Spiegel, deſſen Oberfläche gar keine Unebenheiten oder Vertiefungen hätte. Es folgt dies aus der Poroſität der Körper, die ihnen allen gemein iſt. Ein ſolcher Spiegel würde nicht ſichtbar ſeyn, ſondern an ſeiner Stelle die Bilder der Körper, von welchen er Erleuchtung erhält.

§. 542. Die Materien, woraus die Spiegel zum optiſchen Gebrauch verfertiget werden, können mancherley ſeyn. Man wählt aber gewöhnlich dazu ſolche Stoffe, denen man nicht allein eine bequeme Geſtalt leicht geben, ſondern deren Oberfläche durch Schleifen und Poliren glatt genug gemacht werden kann. Das Glas läßt ſich zwar fein und glatt poliren, und durch Belegung auf der andern Seite völlig undurchſichtig machen, aber es wird auch wegen der dadurch entſtehenden doppelten Abbildung der Sachen wieder untauglich. Die metallenen Spiegel würden daher Vorzüge haben, wenn man ſie nicht aus unedlen Metallen zu machen, durch die Umſtände genöthigt wäre, wo ſie aber dem Anlaufen an der Luft und durch Dünſte ausgeſetzt ſind. Die reine Platina würde in dieſer Rückſicht alle Vorzüge in ſich vereinigen, da ſie hart genug iſt, um eine feine Politur anzunehmen, ohne dem Anlaufen an der Luft unterworfen zu ſeyn. Silber und Gold nehmen

men wegen ihrer Weiche nicht Politur genug an. Indeſſen überzieht man doch auch andere harte und polirte Körper mit Blattgold oder Blattſilber, und giebt ihm durch Poliren die Spiegelfläche.

Anweiſung, die beſte Compoſition zu den metallenen Spiegeln der Teleſcope zu machen, von J. Mudge, a. d. *philoſ. Tranſact. Vol. LXVII. P. I.* S. 296. überſ. in den Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. I. S. 584.

Das Glas, das zu Spiegeln genommen wird, muß auf der hintern Fläche eben ſo gut, als auf der vordern, und zwar noch genauer geſchliffen und polirt ſeyn, weil die hintere Fläche eben wegen der Zurückſtrahlung von dem Metall der Belegung das Bild hervorbringen hilft. Iſt dieſe hintere Fläche rauh und uneben, ſo iſt es auch das darauſliegende Metall, und dann wird die Regelmäßigkeit der Zurückſtrahlung geſtört. Wenn gleich das Glas ſehr durchſichtig iſt, ſo iſt es doch nicht in allen Puncten durchſichtig; es wirft allerdings einen Theil des darauf fallenden Lichts von ſeiner vordern Fläche und von ſeiner innern Maſſe zurück. Daher ſpiegelt auch die vordere Fläche der gläſernen Spiegel, und macht Bilder, obgleich weit ſchwächere, als die hintere belegte Fläche. Dieſe Bilder decken ſich zwar einander, doch nicht vollkommen; und der weit ſtärkere gleichzeitige Eindruck des weit lebhaftern Bildes von der hintern Fläche verwiſcht den des weit ſchwächern von der vordern Fläche; immer aber entſteht doch dadurch einige Undeutlichkeit, die beſonders an den Rändern und Säumen wahrzunehmen iſt. Dickere gläſerne Spiegel ſind aus der angeführten Urſach, bey übrigens gleichen Umſtänden, nicht ſo gut, als dünnere. Dieſes doppelte Bild von gläſernen Spiegeln läßt ſich am beſten an einer Lichtflamme wahrnehmen, die davor iſt, wenn man von der Seite gegen den Spiegel ſieht.

§. 543. Sonſt ſind die Spiegel in Rückſicht ihrer Figur, entweder **ebene Spiegel** (ſpecula plana), oder **krumme Spiegel** (ſpecula curva); die letztern entweder **convexe** (ſpecula convexa), oder **concave** (ſpecula concava) und zwar nach der Verſchiedenheit ihrer Krümmungen entweder **ſphäriſche** oder **elliptiſche, paraboliſche, hyperboliſche, cylindriſche, coniſche.** Von der Zurückſtrahlung der Licht-

ſtrah-

len von dieſen Spiegeln gilt alles das, was wir oben von den reflectirenden Flächen geſagt haben.

§. 544. Wenn vor einen verticalſtehenden Planſpiegel (§. 543.) ein erleuchtetes oder leuchtendes Object geſtellt wird, ſo ſieht das Auge das Bild dieſes Gegenſtandes (imago objecti) hinter dem Spiegel, und zwar ſehen wir das Bild eines Punctes in dieſen Planſpiegeln da, wo der rückwärts verlängerte reflectirte Strahl die Perpendikellinie vom Puncte auf den Spiegel gezogen durchſchneidet; oder eigentlicher, wir ſehen jeden Punct des Objectes hinter dem Spiegel da, wo die reflectirten Strahlen von zweyen unendlich nahe einfallenden divergirenden des Punctes rückwärts verlängert ſich durchſchneiden. Denn hier kommt die Spitze des verlängerten Lichtkegels zu ſtehen, welcher ſeine Grundfläche auf der Pupille unſers Auges hat.

Es ſey (Fig. 72.) C ein ſtrahlender Punct vor dem Planſpiegel AB. Er ſendet Lichtſtrahlen nach allen Richtungen um ſich her; es fällt alſo auch unter andern ein Strahl Cb auf den Planſpiegel in b, und ein Strahl Cf in f auf, die wir als die äußern des Strahlenkegels bCf anſehen wollen. Beide Strahlen werden unter eben den Winkeln reflectirt, unter denen ſie auffielen, und der Strahl Cb wird nach g, der Strahl Cf nach h geworfen. — gh ſey die Pupille des Auges, die die Grundfläche des abgeſtumpften Strahlenkegels bfgh empfängt. Verlängern wir die reflectirten Strahlen bg und fh rückwärts hinter dem Spiegel, ſo ſchneiden ſie ſich in F, und hier iſt der Ort des Bildes. Es empfängt nemlich das Auge den Strahlenkegel, der von dem Spiegel zurückgeworfen wird, eben ſo, als ob ſeine Spitze in F wäre; und er afficirt das Organ eben ſo, und nicht anders; folglich erzeugt ſich in uns das Urtheil, als ob der ſtrahlende Punct in F wäre, oder wir ſetzen den ſtrahlenden Punct nach F hin. Da die Divergenz der Strahlen von ebenen reflectirenden Flächen nicht geändert wird (§. 534.), ſo werden auch die hinter den Spiegel verlängerten reflectirten Strahlen

len nicht früher oder ſpäter ſich ſchneiden, als bC und fC rückwärts genommen; oder die Convergenz derſelben in F wird dieſelbige ſeyn, als die Divergenz der einfallenden in C war; folglich liegt F ſo weit hinter dem Spiegel, als C davor iſt, und der Ort des Bildes iſt da, wo die rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen von zwey divergirend einfallenden eines ſtrahlenden Punctes ſich durchſchneiden würden.

Oder man ziehe vom ſtrahlenden Puncte C die Perpendicularlinie Ca auf den Planſpiegel AB, und verlängere ſie hinter dem Spiegel. Die reflectirten Strahlen gb und hf, ebenfalls hinter dem Spiegel verlängert, durchſchneiden jene Perpendicullinie in F. Da die bey a rechtwinkligten Dreyecke Cab, Fab, die Seite ab mit einander gemein haben, und der Winkel $abF = Bbg = Cba$; ſo iſt auch $aF = aC$, oder der reflectirte Strahl bg ſchneidet bey ſeiner Verlängerung das Perpendikel CaF in einem Puncte F, der ſo weit hinter dem Spiegel iſt, als der ſtrahlende Punct C davor liegt. Eben dies gilt von jedem andern von C kommenden reflectirten Strahle, wie fh. Hier in F iſt alſo der Ort des Bildes vom Puncte C, folglich kann man auch ſagen: der Ort des Bildes hinter dem Planſpiegel iſt da, wo die Perpendicullinie vom ſtrahlenden Puncte auf den Spiegel gezogen und dahinter verlängert, vom rückwärts verlängerten reflectirten Strahl durchſchnitten wird.

Dieſe letztere Regel kannten die ältern Optiker ſchon. Sie zeigt uns indeſſen keinen phyſiſchen Grund an, warum das Auge das Bild des Punctes C in F ſieht; und iſt alſo im Grunde nur eine Formel, den Ort des Bildes im Planſpiegel durch Zeichnung zu beſtimmen. Die erſtere Regel hingegen enthält zugleich einen phyſiſchen Grund. Barrow (*Lectiones opticae.* Lond. 1674. 4) hat ſie zuerſt deutlich entwickelt. Sie läßt ſich auch auf krumme Spiegel anwenden, da die Regel der Alten nur für Planſpiegel allein gilt.

Da wir Planſpiegel auch für ſolche ſphäriſche Hohlſpiegel anſehen können, deren Radius unendlich groß iſt, ſo läßt ſich auch die oben (§. 536. Anm.) angeführte allgemeine Formel für den Vereinigungspunct der reflectirten Strahlen anwenden. Da nemlich $r = \infty$ geſetzt werden muß, ſo verwandelt ſich die Formel $x = \frac{dr}{2d - r}$ in $\frac{d\infty}{-\infty} = -d$. aF (Fig. 72.) iſt alſo gleich aC, und ſteht wegen des negativen Zeichens hinter dem Spiegel, oder die reflectirten Strahlen werden rückwärts verlängert in eben der Diſtanz hin-

hinter dem Spiegel zuſammenlaufen, als der Punct der Divergenz vor dem Spiegel ſteht.

§. 545. Es läßt ſich hieraus leicht darthun, 1) warum das Bild im Planſpiegel eben ſo weit dahinter iſt, als das Object davor ſtehet, und warum jenes ſich dieſem nähert, ſo wie dieſes dem Spiegel näher rückt; 2) daß das Bild dem Objecte gleich und ähnlich ſeyn müſſe; 3) daß die rechte Seite der Objecte im Bilde links, die linke rechts erſcheinen müſſe; 4) warum alle Perſonen das Bild des Objects hinter dem Spiegel an einem und eben demſelben Orte ſehen; 5) warum die Bilder nicht die Deutlichkeit oder Stärke des Lichtes haben, als die Objecte ſelbſt, und 6) warum ein Spiegel, worin ein Menſch ſich ganz ſehen ſoll, nur halb ſo groß und breit zu ſeyn braucht, als der Menſch.

1) Der erſte Satz erhellet aus der Anm. zum vorigen §. 2) Der zweyte wird aus §. 534. klar: denn weil der Planſpiegel die Divergenz der darauf fallenden Strahlen nicht ändert, ſo ſendet er die von den verſchiedenen ſtrahlenden Puncten, deren Stellung gegen einander die Figur des Objects beſtimmet, auf ihn fallenden Lichtkegel eben ſo bey der Reflexion zum Auge, als wie ſie dies von dem Objecte ſelbſt empfangen würde, wenn das Object ohne den Spiegel eben ſo weit vom Auge entfernt wäre, als die Spitze des verlängerten Lichtkegels jedes Punctes vom Auge iſt. 3) Der dritte Satz folgt natürlich daraus, daß das Bild z. B. unſerer Perſon, wenn wir uns darin betrachten, uns direct entgegen ſteht, daher unſere rechte Hand im Bilde zur linken werden muß, nemlich nur in ſofern, als wir das Bild auf unſer Object beziehen. 4) Der vierte Satz iſt eine Folge der Regeln des §. 544. und wenn das Object an ſeinem Orte bleibt, ſo bleibt für alle die einzelnen Lichtſtrahlen, die vom Objecte auf den Spiegel, und von da zu den einzelnen Augen kommen, bey der Verlängerung der reflectirten Strahlen hinter den Spiegel derſelbige Durchſchnittspunct der Perpendicullinie, die vom Object auf den Spiegel gezogen und dahinter verlängert werden kann; oder der

Ort

Ort des Bildes bleibt unverändert. 5) Der fünfte Satz folgt aus der Unvollkommenheit aller unſerer Spiegel (§. 541), wodurch verurſacht wird, daß wegen der vielfachen, obgleich unmerklichen, Vertiefungen und Erhöhungen nicht alles auf den Spiegel vom Objecte fallende Licht genau eben ſo wieder ins Auge reflectirt werden kann, als es das Auge vom Objecte ſelbſt erhalten würde, ſondern ein Theil wo andershin zerſtreuet wird. Auch wird wol nach der verſchiedenen Natur der Spiegelmaterie mehr oder weniger Licht verſchluckt, oder verliert alle ſeine Expanſivkraft, und Strahlung. 6) Der ſechſte Satz läßt ſich durch Zeichnung leicht beweiſen. Es ſey (Fig. 73.) AB ein verticalſtehender Planſpiegel, vor welchem ein Object vertical ſteht. Die Linie CD ſtelle die ſenkrechte Höhe einer Perſon vor, deren Auge in O ſey. Wir brauchen hier nur die Lage der Bilder des oberſten und unterſten Punctes von CD zu beſtimmen. Es gehet von C ein Strahl Cg nach dem Spiegel, der unter eben dem Winkel zurückgeworfen wird, und nach O ins Auge gelangt. Dieſer Strahl Og rückwärts verlängert, durchſchneidet das Einfallsloth Cc in c, und hier iſt alſo der Ort des Bildes von C. Vom unterſten Puncte D geht ein Strahl von D nach i auf den Spiegel, und gelangt durch Reflexion von i nach O ins Auge, und dieſer verlängerte reflectirte Strahl durchſchneidet das Einfallsloth Dd in d, wo alſo das Auge das Bild von D ſieht. Was von dieſen beiden äußerſten Puncten des Objects gilt, gilt auch von allen dazwiſchen liegenden, und das Auge ſieht das ganze Object im Bilde cd. Der Augenſchein lehrt, daß nur der Theil des Spiegels AB, der zwiſchen g und i liegt, zur Reflexion der Strahlen, die von CD nach den Spiegel kommen, und ins Auge O gelangen ſollen, diene. ig iſt aber nur $\frac{1}{2}$ CD, weil cd = CD, und Ca = ca, folglich Ca = $\frac{1}{2}$ Cc und gi = $\frac{1}{2}$ cd = $\frac{1}{2}$ CD. Was von der Höhe des Objects gilt, gilt auch von der Breite; und überhaupt bey jeder Entfernung.

§. 546. Ferner läßt ſich daraus beweiſen, warum in einem Planſpiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen den Horizont geneigt iſt, die Bilder von horizontalliegenden Objecten aufrechts und perpendiculär, die von perpendiculären aber horizontal erſcheinen.

Erläuterungen durch den Perſpectivkaſten.

Es ſey CD (Fig. 74.) ein Planſpiegel, der unter einem halben rechten Winkel CDA gegen den Horizont AB geſtellt iſt; DE ſeyn ein horizontal liegendes Object, vor den Spiegel geſtellt. Von dem Puncte E geht ein Lichtſtrahl nach den Spiegel in f, und wird reflectirt nach g. Man ziehe von E die Perpendicullinie auf den Spiegel, und verlängere ſie hinter den Spiegel, Ee; man verlängere auch den reflectirten Strahl fg rückwärts hinter den Spiegel, ſo ſchneidet er die Perpendicullinie Ee in e, und hier iſt der Ort des Bildes vom Puncte E. Eben ſo fällt von D des Objectes ein Strahl Dh nach den Spiegel, und wird von h nach i reflectirt. Man ziehe auch von D die Perpendicullinie Dd hinter den Spiegel, und verlängere den reflectirten Strahl hi rückwärts, ſo ſchneidet er die Linie Dd in d, und hier iſt der Ort des Bildes vom Puncte D. Was von den beiden äußerſten Puncten D und E gilt, gilt von allen dazwiſchen liegenden; es entſteht alſo ein vertical ſtehendes Bild de vom horizontal liegenden Objecte DE.

Umgekehrt, wenn de das Object iſt, ſo iſt DE das Bild davon, und vertical ſtehende Objecte bilden ſich alſo horizontal liegend ab.

§. 547. Imgleichen, warum in einem horizontal liegenden Planſpiegel die Objecte darüber oder darunter verkehrt, das Obere unten, und das Untere derſelben oben ſich abbildet.

Beyſpiele hierzu: Es ſey AB (Fig. 75.) ein horizontalliegender Planſpiegel, auf welchen das Object DE vertical ſteht. Das Auge befinde ſich in i, ſo wird der Strahl, der von D nach h auf den Spiegel fällt, und von da unter eben dem Winkel reflectirt wird, nach i ins Auge gelangen. Man verlängere dieſen reflectirten Strahl hinter den Spiegel, und verlängere auch die Verticallinie von D auf den Spiegel, bis ſie ſich beide in d ſchneiden, ſo iſt d das Bild des Punctes von D. Der niedriger liegende Punct F des Objects, wird, wie man auf eine ähnliche Art finden kann, ſein Bild in f machen. So entſtehen von allen Puncten des Objects DE die Bilder derſelben zwiſchen d und e, und alſo im Ganzen ein umgekehrt ſtehendes Bild de des Gegenſtandes DE.

§. 548. Durch Planſpiegel, die ſchief gegen einander geſetzt werden, erſcheinen die Objecte dazwiſchen ver-

vervielfältigt, wegen der vervielfältigten Reflexion, und zwar erſcheinen ſie ſo oft, weniger eins, als der Winkel, den die Spiegel mit einander machen, in 360 Graden enthalten iſt. In parallel gegen einander über ſtehenden Spiegeln erſcheint das Object, das gerade zwiſchen beide geſtellt wird, unzählige male.

Hieher gehören die Winkelſpiegel, die nach Art eines Buches geöffnet werden können. Das Bild eines dazwiſchen geſtellten Gegenſtandes erſcheint bey einem Winkel der Spiegel

von 120	Graden	2	mal	
90	=	3	=	
72	=	4	=	
60	=	5	=	
$51\frac{3}{7}$	=	6	=	
45	=	7	=	
40	=	8	=	
36	=	9	=	u. ſ. w.

Es ſeyen zwey Planſpiegel AC und BC (Fig. 76.) unter einem Winkel ACB = 45 Gr. an einander gefügt. Das Auge O ſey ſelbſt der ſtrahlende Punct, und befinde ſich zwiſchen den Spiegeln, ſo ſieht es ſich an den Stellen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 hinter den beiden Spiegeln, und zwar in einem Kreiſe, deſſen Radius OC und deſſen Mittelpunct C iſt. Das Auge O bildet ſich hinter dem Spiegel AC in 1 ab, eben ſo weit dahinter, als es davor iſt, ſo auch hinter dem Spiegel AC in 2. Jedes dieſer Bilder können wir wieder als ein Object in Rückſicht des gegenüberſtehenden Spiegels betrachten, hinter dem es ſich ſo weit wieder abbildet, als es davor iſt; ſo bildet ſich alſo 1 hinter dem Spiegel AC in 3, 2 hinter dem Spiegel BC in 4, 3 hinter dem (bis b verlängerten) Spiegel BC in 5, 4 hinter dem (bis a verlängerten) Spiegel AC in 6, 5 hinter AC in 7 ab; das Bild von 6 iſt mit dem von 7 eins, oder fällt damit zuſammen, und 7 liegt in der geraden Linie, die von O durch den Mittelpunct des Kreiſes C, oder den Winkel der Spiegel gezogen werden kann, und kann ſich alſo auf keinem Spiegel weiter abbilden.

Die Bilder des einen Spiegels ſind freylich keine Objecte für den andern Spiegel in der That, und die in Gedanken verlängerten Spiegel Ca und Cb können keine Bilder wirklich machen, wie wir uns hier der mehrern Leichtigkeit wegen die Sache vorgeſtellt haben. Der wahre Grund der Vielfachheit der Bilder liegt in der

der vervielfältigten Reflexion des Lichtes zwiſchen dieſen Spiegeln, und darin, daß wir da ein Bild des Punctes hinſetzen, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kommen muß, deſſen Grundfläche die Pupille unſeres Auges iſt. Um dies näher zu erläutern, wollen wir uns zwey Spiegel AC und BC (Fig. 77.) vorſtellen, die unter dem Winkel von 72 Gr., BCA, aneinander gefügt ſind, und worin ſich alſo das Object viermal abbilden wird. Das Object ſey in F, die Pupille des Auges in f, das nun das Bild von F in 1, 2, 3, 4, ſieht. Es geht nemlich ein Lichtkegel Fih nach den Spiegel BC, der durch Reflexion von ih nach der Pupille des Auges in f gelangt, und das Urtheil erzeugt, daß er von 1 herkomme, wo alſo die Seele das Bild von F hinſetzt. Es fällt ferner ein Lichtkegel Fab auf den Spiegel AC, und geht durch Reflexion von ab nach f zur Pupille des Auges, das nun das Bild des Punctes F nach 2 ſetzt, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kömmt. 2 macht ein Bild in 3, nicht deswegen, weil es ſich eben ſo weit wieder hinter dem verlängerten Spiegel BCD abbildete, als es davor iſt; ſondern weil in uns das Urtheil von dem Daſeyn des Punctes F in 3 entſteht, da der Lichtkegel, der von F nach cd auf den Spiegel AC fällt, von da durch Reflexion auf den Spiegel BC in ge geworfen wird, und hier wieder von ge nach der Pupille in f zurückſtrahlt und ſo ins Auge kömmt, daß er bey der Verlängerung ſeine Spitze in 3 haben muß, oder als ob er von 3 herrührte. Das Bild in 4 entſteht auch nicht deswegen, weil ſich das Bild 1 hinter dem verlängerten Spiegel ACE ſo weit abbildete, als es davor iſt, ſondern weil ein Strahlenkegel von F nach no, von da durch Zurückſtrahlung nach lm, und von da durch Zurückſtrahlung nach der Pupille in f gelangt, und nun ſo ins Auge kömmt, als ob er von 4 herrührte, oder hier ſeine Spitze hätte. — Alle andere Strahlenkegel, die von dem unbewegten F nach beiden Spiegeln gehen, treffen nach den Zurückſtrahlungen das Auge nicht, ſo lange es in f iſt. — So iſt es nun in allen andern Fällen dieſer Spiegel.

Kaeſtner de multiplicatione imaginum ope duorum ſpeculorum planorum; in den *Diſſertationib. mathem. et phyſ. II.* S. 8. *Muſchenbroeck introd. ad philoſ. nat. II.* 1993 — 1996.

Hierauf beruhet auch die Einrichtung der Spiegelzimmer, Spiegelcabinette und Spiegelkäſten.

Muſchenbroek a. a. O. §. 1992. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. IV. S. 132. ff.

§. 549.

§. 549. Vermittelſt der durch Planſpiegel reflectirten Lichtſtrahlen können daher auch Gegenſtände betrachtet werden, wenn auch die gerade Linie zwiſchen dieſen und dem Auge von undurchſichtigen Körpern unterbrochen würde.

Hieher gehört 1) das Perſpectiv durch ein dickes Brett zu ſehen, oder das Zauberperſpectiv (Tubus magicus). Gehlers phyſ. Wörterbuch Th. IV. S. 845. ff.
2) Das Hevelſche Polemoſkop, der Wallgucker, Operngucker (Polemoſcopium). Muſchenbroek a. a. O. §. 1997. Gehler a. a. O. Th. III. S. 539.

§. 550. Aus der Reflexion der Lichtſtrahlen von den Kugelflächen (§. 535 — 539.); und aus dem Satze, der auch auf krumme Spiegel anzuwenden iſt: daß das Bild eines ſtrahlenden Punctes in einem Spiegel da liegt, wo von zwey unendlich nahe einfallenden divergirenden Strahlen die reflectirten ſich durchſchneiden (§. 544.); läßt ſich nun auch beſtimmen, wie die ſphäriſchen Spiegel Bilder machen.

§. 551. Man kann hieraus leicht finden;

1) warum ein Gegenſtand in einem **hohlen Kugelſpiegel** gar kein Bild macht, wenn er ſich im Brennpunct der parallelen Strahlen des Spiegels befindet;

2) warum das Bild aufrechts hinter dem Spiegel und größer als der Gegenſtand erſcheint, wenn dieſer zwiſchen dem Brennpuncte und dem Spiegel ſich befindet;

3) warum das Bild um deſto weiter hinter dem Spiegel, und deſto größer erſcheint, je näher der Gegenſtand nach dem Brennpuncte des Spiegels zurücktritt;

4) war-

4) warum die Bilder verkehrt und vergrößert werden und ein Luftbild darſtellen, das weiter vom Spiegel fällt, als der Gegenſtand davor iſt, wenn der Brennpunct des Spiegels zwiſchen dem Gegenſtande und dem Spiegel ſteht;

5) warum das umgekehrt ſtehende Luftbild Größe und Entfernung des Gegenſtandes erlangt, wenn der Gegenſtand im Mittelpunct der Kugelfläche ſteht; und endlich

6) warum dieſe umgekehrten Luftbilder kleiner werden und dem Spiegel näher liegen, als der Gegenſtand, wenn der Mittelpunct der Kugelfläche zwiſchen den Gegenſtand und den Spiegel fällt.

Wenn das Object, das ſich in dieſen Spiegeln abbildet, keine dem Spiegel concentriſche Oberfläche hat, ſo wird es verzerrt dargeſtellt werden; weil dann der Abſtand der ſich abbildenden Puncte des Objects vom Spiegel ungleich iſt.

1) Es ſey ab (Fig. 78.) ein ſphäriſcher Hohlſpiegel, ſein Centrum C, ſein Brennpunct paralleler Strahlen F, und in dieſem Brennpuncte ſtehe ein ſtrahlender Punct, ſo wird der Strahlenkegel Fgh bey der Reflexion zum Strahlencylinder, und alle von F divergirend auffallende Strahlen, werden zu parallelen (§. 536.); das Auge in Q oder ſonſt wo, das einen ſolchen Strahlencylinder empfängt, kann kein Bild des Punctes von F empfinden, weil der Strahlencylinder keine Spitze hat.

2) Es ſey der Gegenſtand DE (Fig. 79.) zwiſchen dem Brennpuncte F und dem Spiegel ab, deſſen Mittelpunct C iſt. Der oberſte Punct D des Objects wirft einen Strahlenkegel Dgh nach dem Spiegel, der unter eben dem Winkel reflectirt wird, und nach Q ins Auge gelangt. Er kömmt ſo ins Auge, als ob er ſeine Spitze in d hätte, und hierher ſetzt das Auge das Bild d des Punctes D. Vom unterſten Puncte E geht ein Strahlenkegel Eik nach den Spiegel, und durch Reflexion nach Q ſo, als ob er von e hinter dem Spiegel herkäme, wohin alſo unſer Auge das Bild e vom Puncte E ſetzt. Da die Puncte d und e im Bilde weiter auseinander liegen, als im Objecte D und E, ſo ſehen wir das Bild größer, als den Gegenſtand. Der Grund davon

liegt

liegt in der Abnahme der Divergenz der Strahlen bey der Reflexion (§. 536. 4.).

3) Je näher der Gegenſtand DE (Fig. 79.) dem Brennpuncte F tritt, um deſto mehr nimmt die Divergenz der reflectirten Strahlen ab, deſto ſpäter laufen ſie bey der Verlängerung hinter dem Spiegel zuſammen, deſto weiter iſt alſo die Spitze der Strahlenkegel, die das Auge empfängt, von der Grundfläche entfernt, deſto weiter fällt alſo das Bild hinter den Spiegel, und deſto weiter liegen die äußerſten Puncte d und e aus einander, folglich deſto mehr wird es vergrößert; bis es endlich unendlich groß in einer unendlichen Entfernung wird, d. h. ganz verſchwindet, wenn die ſtrahlenden Puncte um die Brennweite entfernt ſind (1).

4) Es ſey der mit der Spiegelfläche concentriſche Gegenſtand DE (Fig. 80.) ſo weit davon entfernt, daß er zwiſchen dem Brennpuncte F und dem Centro C des Spiegels ab ſtehe. Der oberſte Punct D wirft einen Strahlenkegel Dgh auf den Spiegel, deſſen Strahlen unter eben dem Winkel reflectirt werden, unter welchem ſie auffallen. Sie werden dadurch in ihrer Divergenz vermindert, und laufen in d zuſammen. So werden auch die Strahlen des Lichtkegels Eik durch Reflexion wieder zuſammenlaufend in e. Wäre nun ein Auge in e oder d, ſo würde es freylich kein Bild von den Puncten D und E ſehen, da die Strahlen, die es hier empfängt, convergirend ſind, und folglich bey der Verlängerung rückwärts noch weniger zuſammenlaufen, als die parallelen (1). Man ſieht leicht, daß dies auch der Fall ſeyn müſſe, wenn ſich das Auge näher nach dem Spiegel zu befindet, wo es alle die von dem Spiegel zurückfahrenden Strahlen als convergirend empfängt. Wenn man dies gehörig erwägt, ſo wird man gar keinen Einwurf gegen Barrow's Theorie (§. 544.) von der Entſtehung der Bilder in den Spiegeln bey dieſen Fällen finden. — Wenn aber in ed eine reflectirende Fläche iſt, auf welche die Strahlenkegel ike und ghd auffallen, und davon wieder als divergirende nach allen Seiten zurückſtrahlen, ſo wird das Auge, das dieſer Fläche zugerichtet iſt, das ganze Bild ed auf derſelben ſehen, vorausgeſetzt, daß dieſe reflectirende Fläche kein Licht wo anders her erhält, das die Empfindungen des Bildes ed verwiſchen könnte. Da die vom Spiegel reflectirten Strahlenkegel ghd und ikd ſich durchkreuzen, ſo wird das Bild ed gegen das Object DE verkehrt ſtehen, und die Puncte d und e werden weiter aus einander liegen, als D und E.

5) Wenn DE (Fig. 80.) nach C vom Spiegel zurücktritt, und endlich in δε anlangt, ſo tritt das umge-

gekehrte Luftbild ed dem Spiegel näher, wird kleiner, und würde endlich dem Gegenſtande gleich und ähnlich, obgleich umgekehrt, ſeyn, wenn alle ſeine ſtrahlenden Puncte ſo weit vom Spiegel entfernt wären, als C, in welchem Fall DE nur ein Punct ſeyn müßte.

6) Wenn das Object DE (Fig. 81.) ſo weit vom Spiegel ab abſteht, daß das Centrum des Spiegels C zwiſchen demſelben und dem Spiegel iſt, ſo werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel Dgh und Eik, die von dem oberſten und unterſten Puncte D und E gegen den Spiegel fahren, durch die Reflexion auch zu convergirenden, die in e und d zuſammenfahren. Da ſich die Strahlenkegel nach der Reflexion durchkreuzen, ſo machen ſie ein umgekehrtes Bild ed des Gegenſtandes DE, und zwar liegen die äußerſten Puncte e und d im Bilde einander näher, als D und E im Object; das Bild iſt alſo verkleinert. — Uebrigens hat es mit dieſem Bilde wieder eben die Bewandtniß in Anſehung ſeiner Wahrnehmung, als im vorigen Fall (4). Ein Auge in e oder d empfängt nur die Spitzen der Strahlenkegel, nicht ihre Grundfläche. Das Bild ed wird alſo nur dann ſichtbar, wenn da, wo die Vereinigungspuncte der reflectirten convergirenden Lichtſtrahlen hinfallen, eine reflectirte Fläche iſt, die dieſe Lichtſtrahlen wieder als divergirende zurückſtrahlen kann. Da ein ſtrahlender Punct des Objects nicht bloß einen Lichtkegel zum Spiegel ſendet, ſondern auf jeden Punct des Spiegels Lichtſtrahlen vom leuchtenden Objecte fallen, ſo ſtrahlt auch z. B. von E (Fig. 90.) nicht bloß der Kegel Eik auf den Spiegel, ſondern auch der Kegel Emn. Iſt nun das Auge in Q, ſo empfängt es nicht allein von dem Vereinigungspuncte der reflectirten Strahlen ghd, ſondern auch von dem der reflectirten Strahlen mne einen Strahlenkegel, deren Grundfläche die Pupille des Auges, und deren Spitze in e und d iſt. So ließe ſich erklären, wie das Auge in ed ein Bild von DE ſehen könne.

Demohngeachtet iſt der Umſtand allerdings wahr, daß ein Auge die Bilder der Gegenſtände, die weiter vom Spiegel abſtehen, als der Radius deſſelben beträgt, und die dem Spiegel Lichtkegel zuſenden, auf dem Spiegel ſelbſt gewiſſermaßen ſchweben ſieht; ein Phänomen, das aus dem bisher Vorgetragenen nicht zu erklären iſt, vielleicht einen Geſichtsbetrug zum Grunde hat, und es von neuem beſtätigt, daß wir aus mehrern Umſtänden, als aus dem Scheitel der Strahlenkegel, die ſcheinbare Stelle der Gegenſtände beurtheilen.

Kaeſt-

Kaeſtner de obiecti in ſpeculo ſphaerico viſi magnitudine apparente; in den comment. nov. Goetting. T. VIII. 1777.

§. 552. Imgleichen läßt ſich davon die Anwendung auf erhabene Kugelſpiegel machen, und daraus finden:

1) warum das Bild eines Gegenſtandes aufrechts, und kleiner als derſelbe, hinter dem Spiegel erſcheint;

2) warum das Bild um deſto mehr verkleinert wird, je kleiner der Halbmeſſer der Kugelfläche iſt;

3) warum endlich das Bild nie weiter hinter ſeiner Fläche erſcheint, als um den vierten Theil des Durchmeſſers des Spiegels.

1) Da der imaginäre Vereinigungspunct der, von den Spiegeln dieſer Art, reflectirten divergirenden Strahlen, oder der Strahlenkegel, deren Grundfläche die Pupille des Auges iſt, allemal hinter den Spiegel fällt (§. 539.), ſo muß auch das Bild der Gegenſtände hinter dem Spiegel erſcheinen. Es ſey (Fig. 82.) ab ein convexer Kugelſpiegel, ED das Object, das mit dem Spiegel gleiche Krümmung hat, C der Mittelpunct des Spiegels, F ſein imaginärer Brennpunct paralleler Strahlen. Das Auge befinde ſich in Q. Es empfängt durch Reflexion die Lichtkegel Egh und Dik, von den äußerſten Puncten E und D des Objects, und ſieht das Bild deſſelben in ed. Da die Divergenz der Strahlen bey der Reflexion von dieſen Flächen vermehrt wird, ſo laufen ſie auch rückwärts hinter dem Spiegel verlängert früher zuſammen, oder der Winkel in e und d iſt größer, als der in E und D; die Puncte e und d liegen alſo näher bey einander, und das Bild iſt kleiner, als der Gegenſtand. Wenn das Object auf der dem Spiegel zugekehrten Seite nicht gleiche Krümmung mit dem Spiegel ſelbſt hat, ſo erſcheint es nothwendigerweiſe verzerrt.

2) Je kleiner der Halbmeſſer der Spiegelfläche wird, deſto länger iſt der Abſtand des Vereinigungspuncts der rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen; oder wenn r kleiner wird, ſo wird in der Formel $\frac{dr}{2d + r} = x$ (§. 539.) auch dieſes x als Quotient abnehmen. Die rückwärts verlängerten reflectirten

ten Strahlen werden alſo, bey gleichem Abſtande des Objects vom Spiegel, deſto früher zuſammentreffen, die Vereinigungspuncte werden deſto näher bey einander liegen, und das Bild wird alſo deſto kleiner erſcheinen.

3) Je weiter der Gegenſtand vom Spiegel abrückt, oder je größer d in der Formel $x = \frac{dr}{2d + r}$ wird, deſto größer wird x, oder der Abſtand des Vereinigungspunctes der rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen vom Spiegel; aber er kann nie größer werden, als $\frac{1}{2}$ r, wenn auch d = ∞ in Vergleichung mit r wird, oder der Gegenſtand ſo weit vom Spiegel entfernt iſt, daß die Divergenz der von ſeinen ſtrahlenden Puncten ausfahrenden Strahlen verſchwindet, oder ſie zu parallelen werden.

§. 553. Endlich laſſen ſich auch daraus die Erſcheinungen der **cylindriſchen und coniſchen erhabenen Spiegel** beſtimmen. Beide Arten der Spiegel wirken der Länge nach als ebene Spiegel, und bilden alſo in ſo fern die Gegenſtände, deren Fläche mit der Fläche dieſer Spiegel concentriſch iſt, in der ordentlichen Größe ab. Die cylindriſchen aber ſind der Queere nach erhabene Kugelſpiegel, und müſſen alſo in ſo fern verkleinern, und die Gegenſtände alſo der Queere nach ſchmäler vorſtellen. Die coniſchen ſind der Queere nach ebenfalls als erhabene Kugelſpiegel anzuſehen; da aber die Cirkelflächen nach der Spitze zu immer kleiner werden, ſo verkleinern ſie auch oben mehr, als unten.

Beſtätigung durch Verſuche und Zeichnungen, die zwar verzerrt gemahlt ſind, aber in dieſen Spiegeln ordentlich erſcheinen (catoptriſche Anamorphoſen).

Caſp. Schotti Magia univerſalis. Herbip. 1657. 4.

Ein Inſtrument, um dieſe anamorphotiſchen Zeichnungen zu entwerfen, hat Leupold beſchrieben (Jac. Leupold Anamorphoſis mechanica nova. Leipz. 1714. 4.)

Brechung des Lichts.

§. 554. Wenn Lichtſtrahlen aus einem Mittel in ein anderes von verſchiedener Dichtigkeit in einer ſchiefen Richtung übergehen, ſo behalten ſie, wenn ſie die Fläche treffen, die beide Mittel von einander ſcheidet, nicht mehr die vorige Richtung, ſondern werden von derſelben abgelenkt. Man nennt dies die **Brechung der Lichtſtrahlen** (refractio lucis).

Beſtätigung an Glas und Waſſer.

§. 555. Wenn der ſchief **einfallende Lichtſtrahl** (radius incidens) SC (Fig. 83.) aus einem dünnern Mittel, z. B. aus der Luft, in ein dichteres, z. B. in Waſſer, übergehet, ſo wird er an der Oberfläche AB des letztern in dem **Einfallspuncte** (punctum incidentiae) C von ſeinem vorigen Wege abgelenkt, und der geraden Linie, die man ſenkrecht auf und durch das dichtere Mittel im Einfallspuncte ziehet, dem **Einfallslothe** oder **Neigungslothe** (cathetus incidentiae) DE näher gebracht, und geht in der Direction CR. Der Winkel SCD, welchen der einfallende Strahl SC mit dem Einfallslothe DE macht, heißt der **Einfallswinkel** (angulus incidentiae), und der Winkel RCE, welchen der **gebrochene Strahl** CR, der von ſeiner vorigen Richtung abweicht, mit dem Einfallslothe DE macht, der **Brechungswinkel** (angulus refractionis), und der Winkel aCR, welcher aus dem verlängerten einfallenden Strahle Ca und dem gebrochenen CR ſich bildet, der **gebrochene Winkel** (angulus refractus).

§. 556. Die Erfahrung lehrt allgemein folgendes Geſetz: **Wenn das Licht aus einem dünnern**

Mit-

Mittel in ein dichteres ſchief übergehet, ſo wird es dem Perpendicul zu gebrochen, und der Brechungswinkel iſt kleiner, als der Einfallswinkel; wenn es aber aus dem dichtern Mittel in das dünnere ſchief übergehet, ſo wird es vom Perpendicul abgebrochen, und der Brechungswinkel iſt größer, als der Einfallswinkel. Der gebrochene und einfallende Strahl bleiben aber immer mit dem Einfallslothe in einerley Ebene.

1) Wenn z. B. oberhalb AB (Fig. 83.) Luft, unterhalb Waſſer iſt, ſo wird der ſchief einfallende Lichtſtrahl SC beym Eintritt ins Waſſer nicht nach a fortgehen, ſondern der Perpendicullinie DE zugelenkt, und der Brechungswinkel RCE iſt kleiner, als der Einfallswinkel SCD.

2) Wenn hingegen ein Lichtſtrahl RC aus dem Waſſer unterhalb AB ſchief in die Luft übergeht, ſo wird er von dem Perpendikel DE abgelenkt, der Brechungswinkel SCD iſt größer, als der Einfallswinkel RCE.

§. 557. Dieſe Brechung ſteht zwar nicht im genauen Verhältniß mit dem eigenthümlichen Gewichte der durchſichtigen Mittel; dagegen aber mag die Größe des Einfallswinkels beſchaffen ſeyn, wie ſie will, ſo findet immer ein beſtändiges und unabänderliches Verhältniß zwiſchen dem Sinus des Einfallswinkels ſi = ba, und dem Sinus des Brechungswinkels oder dem Brechungsſinus FR für einerley Paar von durchſichtigen Mitteln ſtatt.

§. 558. Jeder Lichtſtrahl, der auf die durchſichtigen Körper von verſchiedener Dichtigkeit ſenkrecht auffällt, geht ungebrochen durch.

§. 559. Um nun von dieſen Geſetzen der Brechung Anwendung machen zu können auf die davon ab-

abhängenden Phänomene, iſt es nöthig, das Brechungsverhältniß, das iſt, das Verhältniß des Brechungsſinus FR zum Einfallsſinus ſi = ba (oder, wenn wir den Strahl umgekehrt gehen laſſen wollen, das Verhältniß des Einfallsſinus FR zum Brechungsſinus ſi oder ba) der durchſichtigen Mittel zu wiſſen, die der Gegenſtand unſerer Betrachtung ſind. Hier genügt es, nur das zwiſchen Luft und gewöhnlichem Glaſe, und zwiſchen Luft und Waſſer zu wiſſen. Das erſtere iſt nahe wie 3 : 2, das andere faſt wie 4 : 3. Demnach iſt (Fig. 83.) ba oder ſi : FR = 4 : 3.

Der Brechungsſinus verhält ſich zum Einfallsſinus, den man gleich 1,000 annimmt, wenn das Licht aus der durchſichtigen Maſſe in die Luft geht,

nach Rochon bey	gemeinem Glaſe wie	1,543
	Flintglaſe	1,613
	Diamant	2,755
	Bergcryſtall	1,575
	Isländiſchem Cryſtall	1,625
	deſtill. Waſſer von 14° R.	1,333
	rectificirtem Weingeiſt	1,378
	geſättigter Kochſalzauflöſung	1,375
	Salmiakauflöſung	1,382
nach Newton beym	Selenit	1,487
	Steinſalz	1,545
	Alaun	1,458
	Vitriolöhl	1,428
	Kampher	1,500
	Baumöhl	1,466
	Leinöhl	1,481
	Terpenthinöhl	1,470

So viele Erklärungen auch über die wirkende Urſach des Phänomens der Brechung gegeben worden ſind, ſo iſt doch keine befriedigender, als die, welche uns Newton ſelbſt davon gegeben hat. Sie reducirt ſich auf die Kraft der Cohärenz, oder, wenn man lieber will, der Anziehung der durchſichtigen Materie mit dem Stoff des Lichts, ſo wie die Reflexion im Gegentheil den Mangel dieſer Cohärenz oder Anziehung anzeigt. (§. 531. Anm.). Wir wollen zur Erläuterung annehmen, daß ebene Flächen die Mittel von einander trennen, durch wel-

welche das Licht auf ſeinem Wege geht, und daß dieſe Flächen gegen einander parallel ſind. Es ſey alſo zwiſchen den parallelen Flächen NS, nſ, Waſſer oder Glas enthalten, und darüber und darunter Luft. Man ziehe mit ihnen ML und ml in gleichen Entfernungen davon parallel. Sie ſollen den Abſtand darſtellen, bey welchem die Wirkſamkeit des Körpers NSnſ auf das Licht thätig zu werden anfängt, der zwar an ſich klein iſt, der aber um der Deutlichkeit der Zeichnung willen hier verhältnißmäßig ſo groß vorgeſtellt wird. Es komme ein Lichttheilchen in der perpendiculären Richtung Ac gegen die Fläche NS. So wie es in c in die Sphäre der Wirkſamkeit NS gelangt iſt, und von den Theilchen des Körpers NS ſtärker gezogen wird, als von dem dünnern Medio, aus dem es kömmt, ſo nimmt ſeine Geſchwindigkeit in dem Raume von c bis t zu; aber es kann dadurch nicht von ſeinem Wege abgelenkt werden. Es geht blos mit zunehmender Geſchwindigkeit fort, und erlangt das Maximum derſelben innerhalb tq. So wie es aus q heraustritt, iſt die Anziehung des Körpers NSnſ dagegen ſeiner Richtung entgegen, und der Wirkung auf der obern Fläche gleich; es verliert alſo das Lichttheilchen in dem Raume qd wiederum rückwärts ſo ſeine Vermehrung der Geſchwindigkeit, als es ſie von c gegen t zu wachſend erhielt. Der ſenkrecht auffallende Strahl erleidet alſo nach dieſer Hypotheſe keine Brechung, wie die Erfahrung auch lehrt; und die Geſchwindigkeit des Lichts außerhalb ML und ml bleibt ſich gleich.

Wenn nun das Lichttheilchen in der ſchiefen Direction Dd gegen ML ankömmt, ſo kann dieſe Bewegung in zwey andere DF und Fd zerlegt werden. Da die Wirkung des Körpers NS auf das Lichttheilchen nach der Perpendiculärlinie geſchiehet, ſo kann die parallele Bewegung DF keine Aenderung erleiden; die Bewegung oder Geſchwindigkeit Fd hingegen muß, wie vorher gezeigt iſt, wachſend zunehmen, und daher muß das Lichttheilchen von dem Puncte d an gegen die Fläche NS zu die krumme Linie dI beſchreiben, die ihre hohle Seite gegen NI zugekehrt hat. Die Tangente Ii, die die Richtung des Lichttheilchens beym Eintritt in die Fläche des Körpers NS anzeigt, muß folglich dem Perpendicul Bb näher kommen, und es unter dem kleinern Winkel iIb ſchneiden, als die erſtere Richtung Dd mit dem Perpendicul Bb bey der Verlängerung machen würde. Da in dem Raume Ii die Anziehungskräfte der Materie des Körpers NSnſ gegen das Lichttheilchen gleich bleiben, ſo bleibt es in der Richtung Ii unverändert, bis es nach i gelangt. Hier wird die

Anziehung des Körpers gegen das Licht, die auf nl perpendiculär iſt, ſeiner Perpendiculärgeſchwindigkeit wiederum hinderlich; ſie nimmt daher bey dem Fortgange des Lichts gegen ml zu ſtufenweiſe wiederum ab, und es wird ſeine Bahn eben ſo von i nach e zu auf die entgegengeſetzte Seite gebogen, als es von d nach l geſchahe. Es verliert hier allmählich die Zunahme der Perpendiculärgeſchwindigkeit wieder, die es in dl erlangte, und hat in e wieder die vorige Geſchwindigkeit, die es beym Eingange in d beſaß. Da die entgegengeſetzten Krümmungen ie und dl gleich ſind, ſo muß auch die Richtung des Lichts in Ee parallel ſeyn mit der in Dd, wie die Erfahrung lehrt, und es muß wieder vom Perpendicul abgelenkt werden.

Endlich iſt auch die Permaneität des Verhältniſſes zwiſchen dem Sinus des Einfallswinkels und des gebrochenen Winkels nach dieſer Hypotheſe zu erklären. Es falle nemlich ein Lichtſtrahl AI (Fig. 85.) aus der Luft in Glas, ſo wird er im letztern dem Perpendikel FD zugelenkt werden, und der Winkel PIA = DIE mag ſeyn, wie er will, ſo wird der Sinus dieſes Einfallswinkels oder EF immer in einem beſtändigen gleichen Verhältniſſe mit dem Brechungswinkel BC ſeyn; und zwar wird EF : BC immer nahe wie 3 : 2 ſeyn, wenn der Lichtſtrahl aus der Luft in Glas, und nahe wie 4 : 3, wenn er aus der Luft in Waſſer übergeht. Weil nemlich die Kräfte der Anziehung im Glaſe an der brechenden Fläche GH die parallele Geſchwindigkeit AP des Lichtpartikelchens nicht ändern, ſondern nur die perpendiculäre PI, und dieſe vermehren, wie vorhin gezeigt worden iſt, ſo wird das Licht in eben der Zeit nach der Brechung von dem Einfallslothe PD um den gleichen Raum CB abgehen, in welcher es ſich ihm um den Raum AP näherte. Die Direction des Lichts gegen die Fläche GH mag ſeyn, welche ſie will, ſo wird, weil die Anziehungskräfte dieſer Fläche gleich bleiben, die Zunahme der Perpendiculärgeſchwindigkeit PI des Lichts immer dieſelbige bleiben, (oder auch die Abnahme derſelben, wenn das Licht aus dem dichten in das dünnere Medium übergeht, oder vom Perpendikel abgebrochen wird), oder PI wird mit IC ein immer gleiches Verhältniß haben, indem PI die Perpendiculärgeſchwindigkeit des Lichts vor der Brechung, IC ſie durch die Brechung vermehrt vorſtellt. Hieraus iſt klar, daß, weil die Geſchwindigkeit des Lichts vor der Brechung aus AP und PI, und nach der Brechung aus CB und IC zuſammengeſetzt iſt, es in einerley Zeit vor der Brechung AI, und nach der Brechung IB durchlaufen müſſe. Da nun AP = CB iſt, und PI zu IC einerley Ver-

 hält-

hältniß beſtändig behält, ſo iſt auch die ganze Geſchwindigkeit des Lichts vor dem Brechen zu der nach dem Brechen in einem unveränderlichen Verhältniß. Es iſt aber

AI : AP (= BC) = ſin. tot. : Einfallsſin.
BC : BI = Brechungsſin. : ſin. tot.

folglich AI : BI wie der Brechungsſin. zum Einfallsſinus.

Wenn die Strahlen bey dem Uebergange aus dem dünnern Mittel in das dichtere ſo ſchief übergehen, daß der Brechungsſinus größer werden müßte, als der Sinus totus iſt, (welches unmöglich iſt), ſo verwandelt ſich die Brechung in Zurückſtrahlung. Es falle ein Strahlencylinder E (Fig. 86.) von der Sonne im finſtern Zimmer auf ein gläſernes dreyſeitiges, gleichwinkliges, Prisma in der Direction Ee, ſo daß er auf der Fläche FV faſt ſenkrecht ſey, ſo wird er faſt ungebrochen durchgehen, aber in dem Glaſe ſelbſt ſehr ſchief auf die Fläche SV gehen; er ſollte hier nun bey dem Uebergange in die Luft vom Perpendicul abgelenkt werden; da aber der Brechungsſinus dann größer werden müßte, als der Sinus totus, ſo erfolgt Zurückſtrahlung von C nach der Fläche SF, und hier geht er, weil er nahe ſenkrecht darauf ſteht, auch faſt ungebrochen in die Luft zurück, und bringt hier Erleuchtung zuwege. Auch dieſe Erſcheinung folgt aus der vorher angeführten Urſach der Brechung. Die Anziehung der Theilchen des Glaſes zu denen des Lichts macht nemlich jetzt bey der Kleinheit des Einfallswinkels in C die Perpendiculärgeſchwindigkeit deſſelben beym Uebergang in die Luft ganz verſchwinden, und die Refraction verwandelt ſich in Reflexion.

Car. Scherffer inſtitut. phyſic. II. S. 174. ff.

§. 560. Bey dem Brechen in durchſichtigen ebenen Flächen bleiben ſchief einfallende parallele Strahlen auch nach dem Brechen parallel, ſie mögen aus dem dünnern in das dichtere Mittel, oder umgekehrt gehen. Bey dem Uebergange aus einem dünnern Mittel in ein dichteres von ebener Fläche werden einfallende divergirende in ihrer Divergenz, und einfallende convergirende Strahlen in ihrer Convergenz vermindert; beym Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel von ebener Fläche werden divergirende oder convergirende Strahlen mehr di-

divergirend oder convergirend. Dies folgt aus dem allgemeinen Geſetze der Brechung (§. 556.).

§. 561. Aus dieſem Brechen der Lichtſtrahlen in Mitteln von verſchiedener Dichtigkeit und ebenen Flächen läßt ſich erklären, warum ein Gegenſtand unter oder hinter einem ebenen Glaſe dem Auge faſt um $\frac{1}{3}$ näher nach der Oberfläche des Glaſes zu erſcheint, als er wirklich liegt; warum eine Münze in einem Gefäße, die bey einer gewiſſen Stellung des Auges nicht zu ſehen iſt, ſichtbar werden kann, wenn das Gefäß mit Waſſer gefüllt wird; warum der Boden eines Gefäßes mit Waſſer hohl zu ſeyn und höher zu liegen ſcheint; warum ein Stock im Waſſer gebrochen erſcheint; warum ein Fiſch im Waſſer nicht an ſeinem wahren Orte, ſondern ohngefähr um $\frac{1}{4}$ näher nach der Oberfläche zu geſehen wird; warum Sterne ſchon vor ihrem wirklichen Aufgange und noch nach ihrem wirklichen Untergange wahrgenommen, und eine Mondſinſterniß geſehen werden könne, wenn die Sonne noch über unſerm Horizont erſcheint; warum die Geſtirne höher nach dem Zenith zu beobachtet werden, als ſie wirklich ſtehen; und worin endlich überhaupt die **aſtronomiſche Strahlenbrechung** (refractio aſtronomica) beſtehe.

Gehlers phyſikaliſches Wörterb. Th. IV. S. 243. ff. Einleitung in die aſtronomiſchen Wiſſenſchaften, verf. von Lampert Hinr. Röhl. Th. I. Greifswalde 1768. 8. S. 96 — 140.

Noch gehören hieher:

1) die vervielfältigte Erſcheinung eines Gegenſtandes durch ein Rautenglas (Polyedrum).

Es ſey ABCD (Fig. 87.) ein vielflächigt geſchliffenes Glas. Die drey vordern Flächen BC, CD, und DA ſeyen dem Gegenſtande F zugerichtet, und hinter der Fläche BA befinde ſich das Auge in o. Dies ſieht nun den Punct F dreyfach, in F, in L, und in M.

Denn der Strahlenkegel, der auf die Fläche CD von dem ſtrahlenden Puncte fällt, und wovon wir hier nur die Achſe Fg gezeichnet haben, geht, da er ſenkrecht auf den Flächen CD und BA ſteht, ungebrochen in das Glas und heraus, und gelangt zum Auge in o. Der Strahlenkegel Fb, der auf die Fläche CB fällt, wird im Glaſe dem Perpendikel zugelenkt, und beym Austritt aus dem Glaſe vom Perpendikel abgelenkt, und gelangt auch zum Auge in o, das nun den Gegenſtand nach L ſetzen muß; eben ſo iſt es endlich mit dem Strahlenkegel Fh, der auch nach den erlittenen Brechungen zum Auge in o kömmt, und die Vorſtellung des Sehens in M erzeugt.

2) Die diopteriſchen Anamorphoſen; oder Zeichnungen einzelner Theile, die durch ein polyedriſches Glas betrachtet als ein ordentliches Ganzes erſcheinen.

Jo. Geo. Leutmanns Anmerkungen vom Glasſchleifen. Wittenberg 1728. 8. S. 96. ff.

3) Die ſcheinbare Ortsveränderung der Körper, die durch ein gläſernes Prisma betrachtet werden.

4) Die beſondern Erſcheinungen der Strahlenbrechung in der Luft, die an verſchiedenen Stellen ungleich erwärmt, und alſo ungleich dicht iſt, nach Hrn. Büſch und Gruber.

Büſch tractatus duo optici argumenti, Hamb. 1783. Tob. Gruber phyſikaliſche Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung von erwärmten Flächen, Dresden 1787. 4.

5) Die merkwürdige, aber noch immer problematiſche, ſcheinbare Verdoppelung des Gegenſtandes durch den durchſichtigen Kalkſpath, oder isländiſchen Kryſtall.

Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. II. S. 820. ff.

§. 562. Aus den allgemeinen Geſetzen der Stahlenbrechung (§. 556. 557.), und der Kenntniß des Verhältniſſes der Refraction der durchſichtigen Mittel (§. 558.), läßt ſich durch Zeichnungen oder durch Rechnung leicht beſtimmen, wie die Brechung der Strahlen in gekrümmten Flächen geſchiehet. Wir betrachten nur hier die Brechung der Strahlen in Gläſern, wovon eine oder beide Flächen eine erhabene oder hohle Kugelgeſtalt haben, die man Linſen oder Lupen (lentes) nennt. Sie

ſind entweder auf einer Seite eben und auf der andern erhaben (planconvex) (Fig. 88.); oder auf beiden Seiten erhaben (convexconvex) (Fig. 89.); oder auf einer Seite erhaben, auf der andern hohl, ſo daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner iſt, als der hohlen (Meniſcus) (Fig. 90.). Dieſe drey Arten heißen auch zuſammen **erhabene Linſen** (lentes convexae); denen die **hohlen Linſen** oder **Hohlgläſer** (lentes concavae) entgegengeſetzt ſind, wo entweder die eine Seite eben, die andere hohl iſt (planconcav) (Fig. 91.), oder beide Seiten hohl ſind (concavconcav) (Fig. 92.), oder eine Seite hohl, die andere erhaben iſt, ſo daß der Halbmeſſer der erhabenen Seite größer iſt, als der hohlen (concavconvex) (Fig. 93.). Ein Glas, das auf einer Seite erhaben und auf der andern hohl iſt, aber mit einerley Halbmeſſer, z. B. ein Uhrglas, bricht die Strahlen wie ein planes Glas.

§. 563. Die gerade Linie DE (Fig. 94.), welche durch die Mitte der Linſe AB geht, und auf beiden Flächen derſelben perpendiculär ſteht, heißt die **Axe der Linſe.** Die Größe der Linſe beſtimmt man nach der Krümmung ihrer Convexität oder Concavität, und heißt einzolligt, zweyzolligt, zehnfüßig, zwanzigfüßig, u. ſ. w. wenn der Durchmeſſer der Kugel eE, oder dD, wovon die Oberfläche des Glaſes ein Abſchnitt iſt, 1 Zoll, 2 Zoll, 10 Fuß, 20 Fuß, u. ſ. w. beträgt.

§. 564. Wenn parallele Strahlen auf **erhabene** Glaslinſen nahe bey der Axe des Glaſes fallen, ſo werden ſie ſo gebrochen, daß ſie hinter der Linſe nach der Axe des Glaſes zuſammengehen, und ſich in ei=

einem Puncte vereinigen, welcher der **Brennpunct** (focus) der Linſe heißt. Hinter dieſem Puncte durchkreuzen ſich die Strahlen wieder, und werden divergirend. Wenn ſtatt paralleler Strahlen **divergirende** Strahlen eines leuchtenden Punctes auf die erhabene Linſe fallen, ſo werden ſie nach dem Brechen 1) weniger divergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punctes kleiner iſt, als die Brennweite der Linſe; 2) parallel, wenn der leuchtende Punct ſelbſt im Brennraume iſt; 3) convergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punctes größer iſt, als die Brennweite. **Convergirend** auffallende Strahlen werden durch dieſe Linſen nach dem Brechen natürlicher Weiſe noch mehr convergirend. Man nennt die erhabenen Linſen wegen der angeführten Wirkungen auch **Sammlungsgläſer**.

1) Es fallen (Fig. 95.) auf die biconvexe Linſe ab mit der Achſe derſelben hk die parallelen Strahlen g und b nahe bey der Achſe des Glaſes ein. Sie werden auf der vordern Fläche des Glaſes erſt dem Einfallslothe zugelenkt, und beym Ausgange aus der hintern Fläche vom Einfallslothe abgelenkt, ſie werden convergirend, und vereinigen ſich mit der Achſe des Glaſes in F, von wo ſie wieder als divergirende auseinander fahren, wenn ſie ſich durchkreuzt haben.

2) Wenn die Strahlen als divergirende auf dieſe Linſe fallen, ſo werden ſie durchs Brechen entweder weniger divergirend, oder parallel, oder convergirend, nach der verſchiedenen Entfernung des ſtrahlenden Punctes von der Linſe. Steht nemlich 1) der ſtrahlende Punct im Brennpunct der Linſe, z. B. in F (Fig. 95.), ſo werden die Strahlen zu parallelen; 2) ſteht er näher, als der Brennpunct, ſo werden ſie weniger divergirend, wie Fig. 96., wo der ſtrahlende Punct g näher an der Linſe ſteht, als der Brennpunct F, und wo die Strahlen gl und gm durch die Brechung beym Eingang in die Linſe und beym Ausgang aus derſelben, die Richtung von dn und eo erhalten. Der mittlere Strahl gk geht ungebrochen durch, da er ſenkrecht auf den Flächen der Linſe ſteht. Werden die Strahlen nd und oe rückwärts verlängert, ſo treffen

ſie in p zuſammen. Da nun der Winkel lpn kleiner iſt, als lgm, ſo iſt auch die Divergenz der Strahlen durch die Brechung vermindert worden, und die Strahlen fahren ſo aus der Linſe, als ob ſie von einem weiter entfernten Puncte herkämen, als g iſt. 3) Wenn der leuchtende Punct weiter entfernt iſt, als die Brennweite, ſo werden die davon auf die Linſe fahrenden divergirenden Strahlen zu convergirenden, wie Fig. 97, wo der ſtrahlende Punct A weiter von der Linſe ab abſteht, als ihr Brennpunct F; die Strahlen Ao und Aq vereinigen ſich nach den erlittenen Brechungen hinter der Linſe mit der verlängerten Achſe AG in G. Iſt G der ſtrahlende Punct, ſo iſt A der Vereinigungspunct der gebrochenen Strahlen.

3) Convergirende Strahlen werden noch ſtärker convergirend durch die Brechung in dieſen Linſen. Es ſey (Fig. 96.) ab eine biconvexe Linſe, gegen welche die convergirenden Strahlen nd und oe fahren, die ohne die Linſe in p zuſammenlaufen würden. Sie werden durch Brechung beym Eintritt in die Linſe und beym Austritt aus derſelben nach g zu gebrochen, und vereinigen ſich daſelbſt mit der Achſe. Da nun der Winkel lgm größer iſt, als lpm, ſo iſt auch die Convergenz der Strahlen größer (§. 524.).

§. 565. Die Entfernung des Brennpunctes paralleler Strahlen von der Krümmung des Glaſes (wenn man auf die Dicke des Glaſes nicht Rückſicht nimmt) heißt die **Brennweite** (diſtantia focalis). Man findet dieſelbe, wenn man die Länge des einen Halbmeſſers mit der Länge des andern multiplicirt, und das Product mit der halben Summe dieſer Halbmeſſer (beym Meniſcus aber das Product der Halbmeſſer mit ihrer halben Differenz) dividirt. Bei dem gleichförmig convexconvexen Glaſe iſt folglich die Brennweite dem gemeinſchaftlichen Halbmeſſer der beiden Flächen des Glaſes gleich; beym planconvexen aber dem Durchmeſſer der Kugel, wovon die erhabene Seite ein Segment iſt. Bei einer Kugel von Glas liegt er um den vierten Theil ihres Durchmeſſers hinter derſelben.

Wegen der häufigen Anwendung, die man von den convexen Glaslinſen zu machen hat, iſt es nöthig, den Abſtand des Vereinigungspunctes, der durch die Linſe gehenden Strahlen mit der Achſe der Linſe, von der Linſe, berechnen zu können, wenn der Radius der Krümmungen der Linſe, der Abſtand des leuchtenden Punctes, und das Brechungsverhältniß zwiſchen Luft und Glas gegeben ſind. Die allgemeine Formel dazu läßt ſich aus Folgendem herleiten. Es ſey ab (Fig. 98.) eine biconvexe Linſe mit ungleichen Krümmungen; der Halbmeſſer AK der Krümmung AI ſey r, der Halbmeſſer BC der Krümmung BT ſey R; der leuchtende Punct o ſey in der verlängerten Achſe der Linſe. Wir wollen hier annehmen, daß der einfallende Strahl der Achſe ſehr nahe einfalle, ſo daß wir OI für OA, PT für PB, und AI und BT für gerade Linien halten können. Man ziehe KI, als das Einfallsloth, und verlängere OI geradlinigt, ſo iſt KIG der Einfallswinkel, und KG der Sinus davon. Da der Strahl beym Eintritt in das Glas dem Einfallslothe zugelenkt wird, ſo würde er nach der erſten Brechung auf der Fläche AI in I die Richtung IP erhalten. Man ziehe alſo IP, und fälle von K das Perpendikel KH auf IP, ſo iſt KH der Brechungsſinus. Dieſer Brechungsſinus verhalte ſich zum Einfallsſinus, wenn das Licht aus der Luft in die Linſe tritt, wie p zu q, und wenn es aus der Linſe in die Luft tritt, wie q zu p. Man ziehe alſo noch aus C das Einfallsloth CT auf T, wo der Strahl I in der Richtung nach P zu aus dem Glaſe tritt, und bey dieſem Austritt vom Einfallslothe abgebrochen wird, und in die Richtung TF geht. Man verlängere PT nach D zu, und FT nach E zu, und ziehe CD auf DP und CE auf EF perpendiculär, ſo iſt CTD der Einfallswinkel, und CTE der Brechungswinkel für den in T aus der Linſe in die Luft übergehenden Strahl. Es ſey CD = m, KG = n. Es erhellet aus der Figur, daß p : q = KG (oder n) : KH; folglich iſt KH = $\frac{nq}{p}$; ferner iſt klar, daß q : p = CD (oder m): CE; folglich iſt CE = $\frac{mp}{q}$. Es ſey ferner OA, oder die Entfernung des leuchtenden Punctes von der Linſe = d, die Dicke der Linſe oder AB = c, PB = z, und der geſuchte Abſtand des Vereinigungspunctes des Strahls nach den Brechungen mit der Achſe in F, oder FB = x. Da die rechtwinkligten Dreyecke OAI und OKG ähnlich ſind, ſo iſt OK : OA = KG : AI, das iſt, nach dem vorher dafür ſubſtituirten Werth, d + r : d = n : AI; es iſt folglich AI =

$=\frac{dn}{d+r}$. Da ferner die Dreyecke PAI und PKH ähnlich ſind, ſo iſt PA : PH = AI : KH, das iſt, nach dem dafür ſubſtituirten Werth, wie $z+c : z+c-r = \frac{dn}{d+r} : \frac{nq}{p}$. Multiplicirt man nun die mittlern und äußerſten Glieder dieſes Verhältniſſes, ſo erhält man $\frac{dnz+dnc-dnr}{d+r} = \frac{nqz+nqc}{p}$, woraus man den Werth von $z = \frac{dcq+cqr+dpr-dcp}{dp-dq-qr}$ findet. Da weiter die Dreyecke PCD und PBT ähnlich ſind, ſo iſt PD : PB = CD : BT, d. i. $z+R : z = m : BT$. BT iſt alſo $= \frac{mz}{z+R}$. Weil endlich auch die Dreyecke FCE und FBT ähnlich ſind, ſo iſt FC : FB = CE : BT, d. i. $x+R : x = \frac{mp}{q} : \frac{mz}{z+R}$. Hieraus entſteht die Gleichung $\frac{xmp}{q} = \frac{mzx+mzR}{z+R}$, woraus man einen andern Werth für $z = \frac{pRx}{qx+qR-px}$ erhält. Aus der Vergleichung dieſer beiden Werthe, um x zu erhalten, und nach den gehörigen Reductionen findet man

$$x = \frac{dpqRr + dcqqR - dcpqR + cqqRr}{dppR - dpqR - pqRr - dcqq - dpqr + 2dcpq - dcpp + dppr - cqqr + cpqr}.$$

Wenn wir nun die Dicke der Linſe AB = c für nichts oder = o rechnen, wie wir in der Praxis thun können, ſo wird in der vorigen Formel

$$x = \frac{dpqRr}{dppR - dpqR - pqRr - dpqr + dppr}$$

$$= \frac{dqRr}{dp\,(R+r) - dq\,(R+r) - qRr}$$

$$= \frac{dqRr}{d\,(p-q)\,(R+r) - qRr}.$$

Dies iſt nun die allgemeine Formel für die Beſtimmung des Abſtandes des Vereinigungspunctes der Strahlen von der Linſe, oder für FB, wo die Dicke der Linſe nicht in Betracht kömmt; und zwar dient ſie nicht nur für Glas, ſondern für jeden andern durchſichtigen Körper, wenn nur das Brechungsverhältniß (p : q) bekannt iſt, und die Halbmeſſer der Krümmungen der brechenden

den Flächen (R, r), ſo wie der Abſtand (d) des leuchtenden Punctes, in Füßen, Zollen oder Linien gegeben iſt. Beym Glaſe iſt p = 30, genauer aber = 31, q = 20 zu nehmen.

Wenn parallele Strahlen auf die Glaslinſe fallen ſo wird d = ∞ zu halten ſeyn, und es wird in der vorigen Formel $x = \frac{qRr}{(p-q)(R+r)}$. Iſt nun 1) die Glaslinſe biconvex, und zwar mit gleichen Halbmeſſern der Krümmung, ſo iſt R = r, und für parallele Strahlen wird dann $x = \frac{qr^2}{2r(p-q)}$. Wenn wir p = 2, q = 3 nehmen, ſo iſt x = 1, oder gleich dem Halbmeſſer der Krümmung, wie es im §. angegeben iſt. 2) Iſt die Glaslinſe planconvex, ſo wird für die ebene Fläche derſelben R = ∞, und für parallele Strahlen iſt $x = \frac{qr\infty}{p\infty - \infty q + pr - qr} = \frac{qr}{p-q}$. Wenn wir das Brechungsverhältniß im Glaſe p : q = 3 : 2 nehmen, ſo wird x = 2r, folglich gleich dem Durchmeſſer der erhabenen Seite, wie im §. angegeben iſt. 3) Iſt die Glaslinſe endlich ein Meniſcus, ſo wird der eine Halbmeſſer der Krümmung, oder R negativ, und für parallele Strahlen verwandelt ſich die obige Formel in $x = \frac{qRr}{(p-q)(R-r)}$. Nehmen wir das Brechungsverhältniß im Glaſe = 3 : 2, ſo iſt $x = \frac{2Rr}{R-r} = \frac{Rr}{\frac{1}{2}(R-r)}$, oder gleich dem Producte der Halbmeſſer, dividirt durch ihre halbe Differenz, wie es im §. angegeben worden iſt.

De la Caille lectiones elementares opticae, Vindob. 1757. 4. Rob. Smiths vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, a. d. Engl. mit Aender. und Zuſ. von Abr. Gotth. Käſtner, Altenb. 1755. 4. S. 81. ff. Käſtners Anfangsgr. der Dioptrik, Götting. 1780. S. 345. ff. Karſtens Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften, B. III. S. 316. ff. *Scherffer* inſtitutiones phyſic. P. II. S. 235. ff. S. 320. ff.

§. 566. Eigentlich kommen nur diejenigen parallelen Strahlen nach dem Brechen in einen Punct zuſammen, die der Axe des Glaſes unendlich nahe ſind. Je weiter die parallelen Strahlen von der Axe einfallen, deſto kürzer iſt der Abſtand ihres Verei-

einigungspunctes vom Glaſe. Die Entfernung dieſes vom erſtern Puncte heißt die **Abweichung der Strahlen wegen der Geſtalt des Glaſes** (aberratio ex figura).

§. 567. Sonſt kann man die Entfernung des Brennpunctes paralleler Strahlen der erhabenen Linſen (obgleich nicht mit aller Schärfe) auch practiſch finden. 1) Man laſſe die Sonnenſtrahlen auf die Linſe, und die darin gebrochnen auf einen andern Körper fallen, und bewege die Linſe ſo lange gegen dieſen, bis der Punct am hellleuchtendſten und kleinſten wird. Seine Entfernung von der Linſe iſt die Brennweite. 2) Man bedecke die eine Fläche der Linſe mit einem genau darauf anſchließenden Papier, worin viele kleine runde Löcher geſchnitten ſind, und laſſe Licht der Sonne hindurch auf eine parallel darunter gehaltene Fläche fallen. Iſt dieſe Fläche weiter oder näher von der Linſe, als die Brennweite, ſo entſtehen ſo viel leuchtende Kreiſe, als Löcher im Papier ſind; im Brennpuncte hingegen vereinigen ſie ſich alle in einen Kreis. 3) Man halte die Linſe gegen eine weiße Wand oder Tafel, und laſſe nun einen Gegenſtand, deſſen Diſtanz die Länge des Brennpunctes aber wenigſtens tauſendmal übertreffen muß, darauf durch die Linſe ſich abbilden. Wenn das Bild am deutlichſten iſt, ſo ſteht die Wand in der Brennweite der Linſe. 4) Am beſten findet man dieſe auch in einem dunkeln Zimmer, in welches durch die Linſe das Sonnenlicht hineinfällt. Die Entfernung der Spitze des ſich hier bildenden Strahlenkegels von der Linſe iſt die Brennweite. Die Gründe von allen dieſem werden aus dem Folgenden erhellen.

§. 568. Jetzt läßt ſich auch beſtimmen, wie dieſe erhabene Linſen Bilder von den vor ihnen befindlichen Objecten machen, wenn man zugleich das erwägt, was (§. 544.) geſagt worden iſt. 1) Wenn die von dem Gegenſtande ausfahrenden und auf die Linſe fallenden Strahlen als parallel anzuſehen ſind, ſo iſt der Brennpunct das Bild des Gegenſtandes, und man kann ihn überhaupt als das Bild eines unendlich entfernten Gegenſtandes anſehen. 2) Kein Bild kann dem Glaſe näher liegen, als der Brennpunct. 3) Wenn der Gegenſtand im Brennpuncte ſich befindet, ſo macht er gar kein Bild, oder er macht ein unendlich großes Bild, in einer unendlichen Entfernung, weil die divergirenden Strahlen dann nach dem Brechen zu parallelen werden, die nicht, oder in einer unendlichen Entfernung, zuſammenlaufen. 4) Wenn aber die Strahlen von einem Objecte kommen, das noch weiter vom Glaſe liegt als der Brennpunct, und deſſen Strahlen, die von ſeinen einzelnen Puncten auf die Linſe fallen, als divergirende darauf kommen, ſo vereinigen ſich die Strahlen eines jeden Punctes des Objects wieder hinter der Linſe, und machen ein Bild des ganzen Gegenſtandes, das aber verkehrt liegt, und weiter vom Glaſe entfernt iſt, als die Brennweite. 5) Würde in dieſem Fall an dem Orte des Bildes der Gegenſtand ſeyn, ſo würde das Bild deſſelben da zu ſtehen kommen, wo der Ort des Gegenſtandes ſelbſt war. 6) Je näher das Object dem Glaſe kömmt, deſto weiter rückt das Bild vom Glaſe weg, und wird zugleich deſto größer, und es wird endlich ganz verſchwinden, wenn das Object in den Brennpunct des Glaſes kömmt. 7) Endlich wenn der Gegenſtand näher

nach dem Glaſe liegt, als der Brennpunct, ſo kann gar kein Bild entſtehen, da die Strahlen nicht zuſammenfahren, ſondern divergirend bleiben.

Verſuche: 1) Das Bild der Flamme eines Lichtes ſtellt ſich hinter einer convexen Linſe klein und verkehrt vor, wenn die Flamme weit vom Brennpuncte der Linſe entfernt iſt; wird größer und entfernter, wenn die Flamme dem Brennpuncte näher kömmt; verſchwindet endlich gänzlich, wenn die Flamme in den Brennpunct kömmt.

2) Man laſſe im finſtern Zimmer die parallelen Strahlen der Sonne auf eine erhabene Linſe fallen, wo man den durch Brechung in der Linſe hinter derſelben ſich bildenden Strahlenkegel, und den umgekehrten nach der Durchkreuzung der Strahlen wahrnehmen kann.

Die Strahlen der Sonne ſind wegen der weiten Entfernung derſelben von der Erde als parallel unter einander anzuſehen; daher zeigt ſich hinter der Glaslinſe im Brennpuncte derſelben das kreisrunde Bild der Sonne, der wegen der Erhitzung, die er bewirkt, zu der allgemeinen Benennung des Brennpunctes für den Vereinigungspunct der parallel einfallenden Strahlen Anlaß gegeben hat.

Ferner halte man eine erhabene Linſe von mehrern Zollen Brennweite erſt dicht vors Auge, und ſehe dadurch nach einem gehörig erleuchteten Gegenſtande; der viel weiter vom Glaſe abſteht, als die Brennweite, ſo wird man den Gegenſtand dadurch erkennen; man entferne nun die Linſe vom Auge, ſo wird der Gegenſtand allmählich dem Auge verſchwinden; bey noch weiterer Entfernung der Linſe vom Auge aber endlich verkehrt und verkleinert wahrgenommen werden, und deſto kleiner erſcheinen, je weiter man die Linſe vom Auge entfernt hat.

Es ſey (Fig. 99.) OCB ein Object, das von der biconvexen Glaslinſe ab weiter abſtehe, als derſelben Brennpunct F. Von dem mittlern Puncte C des Objects geht ein Strahlenkegel nach der Linſe, und die divergirenden Strahlen deſſelben werden zu convergirenden, vereinigen ſich aber ſpäter zuſammen als in der Brennweite der Linſe f, wie die Berechnung im §. 565. lehrt; ſie kommen in c zuſammen, und fahren hier wieder als divergirende auseinander. Ihr Vereinigungspunct in c iſt das Bild vom Puncte C. Eben ſo wirft der Punct O und B jeder einen Strahlenkegel nach der Linſe, und die Strahlen jedes Kegels werden durch die Brechung zu convergirenden, und machen ein

Bild

Bild in o und b von den Puncten O und B. So entſteht nun ein Bild bco des ganzen Objects OCB, das aber gegen das Object verkehrt ſteht, und der Linſe näher iſt, als das Object auf der andern Seite. Wenn bco das Object wäre, ſo würde OCB das Bild davon ſeyn. — Wenn in bco eine zurückſtrahlende Fläche iſt, die ſonſt nur wenig Erleuchtung erhält, ſo wird das Bild bco des Gegenſtandes OCB darauf wahrzunehmen ſeyn.

§. 569. Die Entfernung des Bildes hinter dem Glaſe findet man, wenn man das Product aus der Brennweite des Glaſes in die Entfernung des Objectes vom Glaſe durch die Differenz der Entfernung des Objectes von der Brennweite des Glaſes dividirt. Der Quotient giebt die Entfernung des Bildes. Die Entfernung des Objectes vom Glaſe verhält ſich zur Entfernung des Bildes von demſelben, wie der Halbmeſſer des Objects zum Halbmeſſer des Bildes.

§. 570. Zur Erläuterung der bisher vorgetragenen Sätze von der geradlinigten Ausbreitung des Lichts, der Zurückſtrahlung, und beſonders der Brechung in erhabenen Gläſern, und auch ſonſt zur Belehrung und Beluſtigung, dienen:

1) Die Camera obſcura des Baptiſta Porta, wovon man die optiſche und dioptriſche unterſcheidet. Zu der letztern gehört auch die ſogenannte helle Kammer (camera clara).

I. B. Portae Magiae naturalis, ſive de miraculis rerum naturalium libr. IV. Neap. 1558. Fol. Antwerp. 1576. 12. ſehr verm. in libr. XX. Neap. 1589. Fol. Amſtelod. 1664. 12.

2) Kirchers Zauberlaterne (laterna magica).

Athanaſ. Kircheri ars magna lucis et umbrae. Amſtelaed. 1671. Fol. *S'Graveſande* Phyſ. elem. mathem. T. II. S. 873. ff.

3) Lie-

3) Lieberkühns Sonnenmikroſkop (microſco-(pium ſolare).

Beſchreibung eines verbeſſerten Sonnenmikroſkops, von Joh. Ernſt Baſil. Wiedeburg. Nürnb. 1758. 4.

4) Adams Lampenmikroſkop.

Eſſay on the microſcope, by *Adams*. Lond. 1787. gr. 4. S. 65.

5) Martins Sonnenmikroſkop für undurchſichtige Gegenſtände, wozu auch Aepinus eine Einrichtung des gewöhnlichen Sonnenmikroſkops nach Lieberkühns Vorſchlage beſchrieben hat.

Deſcription and uſe of an opake ſolar Microſcope. Lond. 1774. 8. Adams a. a. O. S. 92. Emendatio microſcopii ſolaris, auct. *F. V. T. Aepino*, in den *nov. Comment. petrop. T. IX.* S. 316. ff.

1) Die optiſche Camera obſcura macht man gewöhnlich daraus begreiflich, daß man annimmt, es fahre (Fig. 100.) durch die enge Oeffnung f der Wand ab, die das finſtere Zimmer von den erleuchteten Gegenſtänden trennt, von jedem Puncte dieſer Gegenſtände, welcher der Oeffnung zugekehrt iſt, ein Lichtſtrahl durch das Loch, (wie von den Puncten C, E und D des Gegenſtandes der Strahl Cc, Ee, und Dd) und falle auf die Wand im finſtern Zimmer, ohne daß zugleich von den benachbarten Puncten des Gegenſtandes ein Lichtſtrahl auf denſelben Punct dieſer Wand fallen kann. Von dieſer Wand gehen nun die Lichtſtrahlen wieder zurück in das Auge des Zuſchauers, der alſo auf derſelben das umgekehrte Bild dec des Gegenſtandes CED ſieht. Denn da die Strahlen ſich in der Oeffnung durchkreuzen, ſo muß das Bild verkehrt werden. Es wird deſto kleiner ſeyn müſſen, je näher die Wand, worauf es ſich abbildet, an der Oeffnung ſteht; deſto größer, je weiter ſie davon entfernt iſt. Indeſſen iſt dieſe Vorſtellung von einzelnen Lichtſtrahlen, die von den Puncten des Gegenſtandes nach der Oeffnung zugehen ſollen, nicht der Natur gemäß, ſondern es fahren vielmehr von den erleuchteten Puncten Strahlenkegel nach der engen Oeffnung f, die ihre Spitze am ſtrahlenden Puncte haben, und deren Grundfläche die Oeffnung f iſt. Die Strahlen dieſer einzelnen Lichtkegel

brei-

breiten ſich bey ihrem Fortgange durch die Oeffnung im Zimmer immer weiter aus, und bilden auf der Wand, von der ſie aufgefangen werden, erleuchtete Kreisflächen oder elliptiſche Flächen, je nachdem ſie ſenkrecht, oder ſchief darauf fallen. Dieſe Flächen, die von den Kegeln benachbarter ſtrahlender Puncte des Objects herrühren, decken ſich größtentheils; von jeder Fläche bleibt aber doch ein Punct, nemlich um des Lichtkegels Achſe, der das empfangene Licht reiner und minder vermiſcht ins Auge divergirend zurückſtrahlt, als die übrigen, von andern benachbarten Flächen mehr gedeckten, Puncte dieſer Fläche. So entſteht nun durch die Zurückſtrahlung von dieſen Puncten der Wand die Empfindung eines Bildes des Gegenſtandes. Da die Strahlenkegel ſich durchkreuzen, ſo iſt das Bild verkehrt. Je weiter von der Oeffnung im finſtern Zimmer das Bild aufgefangen wird, um deſto geringer iſt wegen der Divergenz der Strahlen die Erleuchtung der zurückſtrahlenden Puncte der Wand, um deſto minder lebhaft iſt alſo das Bild, und auch um deſto mehr vergrößert. Da die weiße Wand das Licht ſo zurückſtrahlt, wie ſie es empfängt, ſo behalten auch die Puncte des Bildes die Farbe, welche die Strahlen des Strahlenkegels halten, von dem das Licht des Punctes herrührt; das Auge ſieht alſo das Bild mit den natürlichen Farben des Objects. Je größer die Oeffnung f wird, deſto undeutlicher wird das Bild, weil ſich dann deſto mehr Strahlenkegel verſchiedener Puncte decken, folglich jene zurückſtrahlende Puncte der Wand deſto mehr das Licht vermiſcht mit dem Lichte anderer benachbarter ſtrahlender Puncte dem Auge zuſenden, und alſo das Bild des ganzen Gegenſtandes weniger rein erhalten werden kann. Indeſſen darf auch die Oeffnung nicht gar zu fein ſeyn, weil ſonſt wieder nicht Erleuchtung genug ſtatt findet, um die Netzhaut im Auge gehörig zu afficiren. Hierin iſt auch der Grund zu ſuchen, warum man bey verengerter Pupille, wenn man aus dem ſtarken Tageslichte plötzlich ins finſtere Zimmer tritt, das Bild der Wand nicht gleich ſieht, ſondern erſt eine Zeitlang nachher, wenn durch die erfolgende Erweiterung der Pupille mehr Licht ins Auge kommen kann. Uebrigens erhellet aus dem Angeführten leicht, warum die Bilder im finſtern Zimmer nie ſcharfe und genaue Umriſſe und nie die Deutlichkeit des Gegenſtandes haben, und warum ſie, bey übrigens gleicher Oeffnung und gleicher Entfernung der Wand davon, deſto lebhafter ſind, je mehr die ſich abbildenden Gegenſtände erleuchtet ſind.

In jedem Zimmer, vor welchem erleuchtete Gegenſtände ſtehen, deren Puncte durch die Fenſter des Zimmers Strahlenkegel auf die Wände des Zimmers werfen, würden Bilder dieſer Gegenſtände entſtehen müſſen. Da aber hier jeder Punct der Wand nicht bloß von einem Puncte der Gegenſtände, ſondern auch von unzähligen andern zugleich Licht empfängt, das er wieder zurückſtrahlt, ſo kann kein reines und unvermiſchtes Bild der Gegenſtände erzeugt werden; wir können alſo keine Bilder empfinden, ſondern ſehen bloß die zurückſtrahlenden Puncte der Wand ſelbſt.

Wenn in die Oeffnung f der Wand des finſtern Zimmers ab (Fig. 101.) eine kleine erhabene Glaslinſe geſetzt wird, deren Brennweite mehrere Fuß beträgt, ſo werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel, die von den leuchtenden Puncten der Gegenſtände nach der Linſe zugehen, durch die Brechung zu convergirenden; wird nun die Wand, auf der ſich das Bild abmahlen ſoll, genau in den Vereinigungspunct der Strahlen der einzelnen Strahlenkegel geſtellt, ſo entſteht ein reineres Bild des ſtrahlenden Punctes, und ſo des ganzen Gegenſtandes auf der Wand in dieſer dioptriſchen Camera obſcura, als in der vorigen optiſchen. Da aber bey der verſchiednen Entfernung mehrerer ſtrahlenden Puncte der Objecte, und eines und deſſelben Objects, von der Linſe, der Vereinigungspunct der einzelnen Strahlen, die zu einerley Strahlenkegel gehören, ungleich weit von der Linſe entfernt iſt, ſo ſieht man leicht, daß man von den verſchiedentlich weit entfernten Gegenſtänden, oder Puncten der Gegenſtände, nicht gleich deutliche Bilder erhält. Das Bewundernswürdige unſers Auges, das ſo viel Aehnlichkeit mit der Camera obſcura dioptrica hat, liegt eben in der Einrichtung, wodurch die Kryſtalllinſe der Netzhaut mehr genähert, oder mehr davon entfernt werden kann, freylich nur auf eine begränzte Weite, die aber für unſere Bedürfniſſe hinreichend iſt. — Nach Leutmann wird das Bild des dunkeln Zimmers am beſten, wenn man ſich eines Meniſcus in der Oeffnung f bedient.

Hieher gehört nun auch die **tragbare Camera obſcura** (Camera obſcura portatilis), der im Ganzen die Einrichtung des eigentlich finſtern Zimmers ähnlich iſt. (M. ſ. *Muſchenbroek* introd. ad philoſ. nat. §. 2333.).

Die Rheinthaleriſche *Camera clara* iſt im Grunde nichts weiter, als eine ſolche tragbare Camera obſcura, übertrifft aber an Nettigkeit der Abbildung und an Klarheit des Bildes die letztere ſehr; ihr Unterſchied iſt, daß das Bild darin nochmals durch ein erhabenes Glas be-

trachtet wird, und daß wegen der groſſen Oeffnung der Gläſer die Darſtellung darin ſehr licht und hell wird. Es ſey (Fig. 102.) DFGH ein hölzerner Kaſten, der zur Verhütung des falſchen Lichtes inwendig ſchwarz gefärbt iſt. In der vordern Wand DG iſt ein erhaben geſchliffenes Glas; in der Diagonalfläche lm ſteht ein Planſpiegel, und in der obern Wand DF iſt wieder ein erhaben geſchliffenes Glas. Wenn nun die vordere Wand DG einem erleuchteten Gegenſtande zugekehrt iſt, der weiter davon abſteht, als die Brennweite der Linſe in DG beträgt, ſo würde er in dem Kaſten hinter der Linſe ein umgekehrtes Bild von ſich machen, das um deſto mehr verkleinert iſt, und deſto näher gegen die Linſe zu ſteht, je weiter der Gegenſtand vom Glaſe entfernt iſt, wie aus dem Vorigen bekannt iſt. Ehe aber die Strahlen der einzelnen Strahlenkegel zu einem Puncte, oder zu einem Bilde des Punctes zuſammentreffen können, fahren ſie auf den Planſpiegel lm, werden von dieſem unter eben dem Winkel reflectirt, unter dem ſie auffallen, und machen ein horizontales Bild des ganzen Gegenſtandes in der Verkleinerung, die der Weite des Gegenſtandes und der Krümmung der Linſe zugehörig iſt. Da dies Bild der obern Linſe näher liegt, als ihre Brennweite beträgt, ſo werden die davon ausfahrenden Strahlen bloß als minder divergirende ins Auge kommen, und alſo nur verurſachen, daß das Bild tiefer vom Auge hinabgeſetzt, und unter einem gröſſern Sehewinkel wahrgenommen wird. Je weiter der Gegenſtand von der Linſe in DG abrückt, deſto weiter liegt das Bild ab von der Linſe in DF hinab entfernt, deſto weniger divergirend werden die Strahlen, die von den Puncten, welche das Bild machen, und nach der Linſe in DF zugehen, nach der Brechung in derſelben, folglich deſto weiter ſcheint das Bild entfernt. Daher bilden ſich Landſchaften u. d. gl. Gegenſtände in dieſer Camera clara perſpectiviſch ab. Gewöhnlich iſt die Einrichtung ſo gemacht, daß die Wand DG vom Spiegel ml mehr oder weniger entfernt werden kann, wodurch das Bild eines nahen Gegenſtandes, welches durch das Glas in DF betrachtet wird, mehr oder weniger vergröſſert erſcheint. Um das Bild in dieſer Camera clara zu ſehen, muß man das Auge über das Glas in FD halten. Es iſt aber zu merken, daß auf dies Glas wenig oder kein ſehr ſtarkes Licht von andern Gegenſtänden fallen muß, wenn man das Bild darunter gehörig deutlich ſehen will; daher iſt es am beſten, auf DF noch einen oben offenen viereckigten, inwendig geſchwärzten Kaſten von Pappe oder Holz zu ſetzen, in den man hinab ſieht.

2) Das

2) Das Weſentliche der Zauberlaterne wird aus Folgendem erhellen. Im Brennpuncte F eines Hohlſpiegels ab (Fig. 103.) ſtehe die Flamme einer Lampe. Die divergirenden Strahlen Fg, Fe, Fh werden von demſelben als parallele zurückgeworfen; ſie treffen bey ihrem Fortgange auf das erhabene Glas Kl, und werden durch daſſelbe zu convergirenden Strahlen gemacht. Ehe ſie aber noch in dem Brennpuncte der Linſe Kl zuſammenlaufen, treffen ſie auf die durchſcheinend gemalte Abbildung auf Glas, das in ADB ſteht. (Die übrigen Stellen des Glaſes ſind undurchſichtig gemacht). Die Strahlen gewähren ſolchergeſtalt der Abbildung eine ſtarke Erleuchtung. Sie fahren convergirend auf die zweyte Glaslinſe mn, und werden dadurch noch ſtärker convergirend; ſie treffen in f mit der Achſe zuſammen, durchkreuzen ſich daſelbſt, und gehen als divergirende auf die dritte Glaslinſe op, wo ſie, weil f näher liegt, als die Brennweite paralleler Strahlen iſt, als minder divergirende ausfahren. Steht nun die Lampe in einem Gehäuſe eingeſchloſſen, das bloß nach der Seite der Linſen zu offen iſt, ſo wird in einem dunkeln Zimmer auf der weißen Wand bda ein hell erleuchteter Kreis gebildet, wenn das Gemälde AB nicht da iſt; der deſto größer iſt, je weiter die Wand bda von der Zauberlaterne entfernt ſteht, der aber auch deſto mehr in der Intenſität ſeiner Erleuchtung geſchwächt iſt. Das letzte Glas op muß von mn mehr entfernt oder ihm mehr genähert werden können, damit die durch daſſelbe hindurch fahrenden Strahlen weniger oder mehr divergirend gemacht werden können. Wird das Gemälde an ſeinen Ort ADB geſtellt, ſo malt ſich das Bild auf der Wand bda ab, und zwar umgekehrt, wegen der Durchkreuzung der Strahlen in f. Da aber eigentlich von den Puncten des erleuchteten Gemäldes in AB nicht einzelne Lichtſtrahlen, ſondern Strahlenkegel ausfahren, deren Strahlen durch die Brechung in op wieder zu convergirenden werden, ſo wird das Bild auf der Wand bda nur bey einer gewiſſen Entfernung derſelben von der Linſe op die gehörige Deutlichkeit haben, nemlich nur alsdann, wenn die Vereinigunspuncte der Strahlen einzelner Strahlenkegel genau auf die Wand treffen. Iſt dies nicht der Fall, ſo muß man die Linſe op, oder die ganze Geräthſchaft, ſo lange verſchieben, bis das Bild die gehörige Deutlichkeit hat. Damit das Bild gerade werde, ſtellt man das Gemälde in AB verkehrt. Läßt man das Bild in einen aufſteigenden Rauch fallen, ſo ſcheint es einen körperlichen Raum einzunehmen, und kann täuſchende Erſcheinungen hervorbringen.

3) Das Sonnenmikroſcop, deſſen Erfinder der ſel. Lieberkühn iſt, iſt von der Zauberlaterne dadurch unterſchieden, daß die Erleuchtung dabey durch das ungleich ſtärkere Sonnenlicht erhalten wird. Es werden nemlich die Strahlen der Sonne durch einen Planſpiegel auf eine in der Oeffnung des finſtern Zimmers ſtehende Glaslinſe ſenkrecht reflectirt, und durch Brechung zu convergirenden gemacht; ehe ſie aber noch in den Brennpunct der Linſe zuſammenlaufen, treffen ſie in dem Rohre, worin man ſie gehen läßt, auf einen kleinen durchſcheinenden Gegenſtand, der in einem Objectenträger gehalten wird, und gewähren ihm ſo eine ſehr ſtarke Erleuchtung. Die davon ausfahrenden Lichtſtrahlen gehen dann wieder auf eine kleine mikroſcopiſche Linſe, die der erſtern Linſe etwas näher ſteht, als die Summe ihrer Brennweiten beträgt, damit die Strahlen als ſtark divergirende aus ihr herausfahren. Stellt man nun eine weiße Wand gegenüber, ſo bildet ſich das kleine Object darauf ungemein ſtark vergrößert ab, und zwar um deſto mehr, je weiter man die Wand davon entfernt, oder je kleiner die Brennweite der mikroſkopiſchen Linſe iſt. Eigentlich iſt es doch nur der Schatten des Objects, der ſeine Umriſſe beſtimmt, obgleich auch die durchſcheinenden Stellen deſſelben Licht durchlaſſen, und daher auch im Bilde die Farbe zeigen, die ſie ſelbſt haben.

Die nähere Beſchaffenheit dieſer ſchätzbaren Vorrichtung läßt ſich am beſten durch die Zerlegung derſelben, und durch ihren Gebrauch zeigen.

4 und 5) Das Adamſche Lampenmikroſkop iſt eine vortheilhafte Abänderung der Zauberlaterne, und das Martinſche Sonnenmikroſkop eine andere des Werkzeugs dieſes Namens.

§. 571. **Hohlgläſer** (§. 562.), namentlich das Planconcavglas, das concavconcave, und convexconcave, zerſtreuen die Strahlen, welche von den erhabenen Gläſern geſammlet werden (§. 564.), und heißen deswegen auch **Zerſtreuungsgläſer**. 1) Parallel mit der Achſe darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen divergirend, und haben eine Richtung, als wenn ſie alle aus einem Puncte kämen, der auf der andern Seite des Glaſes liegt, und der **Zerſtreungspunct** (punctum diſperſionis) oder der ein=

eingebildete Brennpunct heißt; 2) divergirend darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen noch mehr divergirend; und 3) convergirend auffallende werden entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar divergirend, je nachdem ihre Convergenz größer oder geringer iſt.

1) Es falle (Fig. 104.) auf die biconcave Glaslinſe ab der Strahl op, ſo wird er, weil er ſenkrecht auf den Flächen der Linſe ſteht, ungebrochen nach k hindurchgehen. Mit dieſem fallen die Strahlen nd und me parallel. Sie werden auf dem Einfallspuncte der erſtern Krümmung der Linſe dem Einfallslothe zugelenkt, und beym Austritt aus der andern Krümmung vom Einfallslothe daſelbſt abgelenkt, und erhalten die Richtung nach t und ſ. Sie fahren alſo divergirend aus, ſo, als wenn ſie, ohne die Linſe, von F herkämen. Dieſen Punct F nennt man daher auch den eingebildeten Brennpunct der parallelen auf die Linſe fallenden Strahlen.

2) Es fallen (Fig. 105.) von dem Puncte d die divergirend ausgehenden Strahlen df, de und dg auf die biconvexe Linſe ab. Der Strahl de geht ungebrochen durch nach l, da er ſenkrecht darauf ſteht; die Strahlen df und dg hingegen werden durch die doppelten Brechungen auf beiden Flächen der Linſe in die Richtung nach k und m gebracht, und fahren ſo aus dem Glaſe, als ob ſie von o herkämen. Da der Winkel kom größer iſt, als fgd, ſo iſt die Divergenz der Strahlen vermehrt.

3) Es fallen (Fig. 105.) die convergirenden Strahlen k, l, und m auf die Linſe ab; ſie werden durch die Brechung nach d zu gehen, und daſelbſt zuſammentreffen. Da nun fdg kleiner iſt, als kom, ſo iſt die Convergenz vermindert.

Wenn die convergirenden Strahlen t, k, ſ (Fig. 104.) nach dem imaginären Brennpuncte F der biconvexen Linſe ab zugerichtet ſind, ſo werden ſie durch die Brechung zu den parallelen dn, po, em.

Wenn endlich die convergirenden Strahlen t, k, und ſ (Fig. 106.) nach o, als der doppelten Brennweite der Linſe ab, zugerichtet ſind, ſo werden ſie nach der Brechung ſo divergiren, als ob ſie von der doppelten Brennweite der Linſe auf der andern Seite herrührten.

Um den Abſtand des imaginären Vereinigungspunctes der von einem Gegenſtande auf die Hohlgläſer fahrenden divergirenden, oder parallelen Strahlen, hinter der Linſe oder x zu finden, dient die oben (§. 565. Anm.) hergeleitete Formel ebenfalls, wenn der Abſtand des ſtrahlenden Punctes (d), die Halbmeſſer der Krümmungen der Linſe (R, r), und das Brechungsverhältniß (p : q) gegeben iſt; nur mit dem Unterſchiede, daß der Zähler des Bruchs das Zeichen — erhält; und der Vereinigunspunct alſo rückwärts hinter der Linſe liegt.

Es iſt dieſemnach im Allgemeinen $x = \frac{-dqRr}{d(p-q)(R+r) - qRr}$. Für parallele Strahlen, wo $d = \infty$, wird $x = \frac{-qRr}{(p-q)(R+r)}$. 1) Iſt die Glaslinſe biconcav und zwar mit gleichen Halbmeſſern der Krümmung, ſo iſt für parallele Strahlen $x = \frac{-qr^2}{2r(p-q)}$, und wenn beym Glaſe $p : q = 3 : 2$ angenommen wird, ſo iſt in dieſem Falle $x = -r$ 2) Wenn die Glaslinſe planconcav iſt, ſo iſt, weil dann $R = \infty$ zu ſetzen iſt, für parallele Strahlen $x = \frac{-qr}{p-q}$, und wenn wir $p : q = 3 : 2$ nehmen, $x = 2r$. 3) Iſt das Glas convexconcav, ſo iſt für parallele Strahlen $x = \frac{-qRr}{(p-q)(r-R)}$, und für das angeführte Brechungsverhältniß des Glaſes iſt $x = \frac{-2Rr}{R-r} = \frac{-Rr}{\frac{1}{2}(R-r)}$.

§. 572. Da die Hohlgläſer die Strahlen, welche divergirend von einem Gegenſtande ausfahren (§. 571.), zerſtreuen, und der Punct des Bildes eines Gegenſtandes nur da geſehen werden kann, wo zwey unendlich nahe einfallende Strahlen ſich durchſchneiden (§. 544.), dieſes aber in Hohlgläſern nicht geſchiehet, ſo ſieht man, daß ſie auch kein Bild von den Gegenſtänden machen können. Da ſie aber aus dem Glaſe in einer ſolchen Lage auseinander fahren,

daß

daß ſie rückwärts verlängert hinter dem Glaſe in einerley Vereinigungspunct zuſammenlaufen würden, ſo nimmt man dieſen eingebildeten Vereinigungspunct der Strahlen von einem Objecte, als das Bild des Objects an. Dies Bild iſt aber nur ein mathematiſches, und kein phyſiſches Bild. Auch jedes erhabene Glas hat die Natur des Hohlglaſes, wenn der Gegenſtand demſelben näher liegt, als der Brennpunct (§. 568. n. 7.).

Verſchiedene Brechbarkeit des Lichts. Farben.

§. 573. Mit der Brechung des Lichtes in durchſichtigen Mitteln von verſchiedener Dichtigkeit iſt noch ein anderer merkwürdiger Erfolg verbunden, nemlich die Spaltung und Theilung des weißen Lichtſtrahls in mehrere gefärbte. Wenn man dieſemnach ein dünnes Bündel weißer Sonnenſtrahlen FG (Fig. 107.) durch eine kleine runde Oeffnung von ohngefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer in ein dunkeles verfinſtertes Zimmer ſo fallen läßt, daß es von einem gläſernen horizontal geſtellten dreyſeitigen Prisma P aufgefangen wird, ſo wird der Strahl nach dem Durchgange durchs Prisma auf der vertical ſtehenden Wand in I kein rundes und weißes Bild der Sonne machen, wie er thun müßte, da bey der Brechung in ebenen Flächen parallele Strahlen parallel bleiben; ſondern man ſieht auf der Wand ein länglichtes Farbenbild (Spectrum) BC, das an den beiden Seiten durch gerade parallele Linien, oben und unten aber durch Cirkelbogen begränzt iſt, und aus folgenden über einander liegenden, in einander fließenden, und verſchiedentlich gefärbten Streifen beſteht; nemlich von unten

ten nach oben zu: roth, orange, hellgelb, grün, hellblau, indigoblau, violett.

§. 574. Ehe wir zur Erklärung dieſes an fruchtbaren Folgerungen ſo überaus reichen Phänomens übergehen, das ſeit Newton den Namen der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts (diverſa refrangibilitas ſtaminum lucis) erhalten hat, wollen wir erſt noch mehrere Umſtände des Phänomens näher betrachten, die zur Erklärung der Theorie des unſterblichen Erfinders und ſeiner darauf gebaueten Lehre von den Farben abzwecken.

Optice, ſive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus, et coloribus lucis libri III., auct. *Iſ. Newtono*, lat. redd. *Sam. Clarke*, Lond. 1706. 4.

§. 575. Die Breite des auf der Wand in BC (Fig. 107) hervorgebrachten Farbenbildes iſt die des weißen Kreiſes, der ohne das Prisma von dem Strahle Fg in I würde gebildet werden; die Länge des Bildes übertrifft die Breite etwa fünfmal. Wenn man die Länge des Farbenbildes = 1 ſetzt, ſo beträgt die Höhe des rothen farbigten Streifen $\frac{1}{8}$, des orangefarbenen $\frac{3}{40}$, des hellgelben $\frac{2}{15}$, des grünen $\frac{1}{6}$, des hellblauen $\frac{1}{6}$, des indigoblauen $\frac{1}{9}$, des violblauen $\frac{2}{9}$. Theilt man die Peripherie eines Kreiſes nach Verhältniß dieſer Räume ein, ſo kommen für das Rothe 45, für das Orangegelbe 27, für das Hellgelbe 48, für das Grüne 60, für das Hellblaue 60, für das Indigoblaue 40, und für das Violblaue 80 Grade dieſer Peripherie.

§. 576. Wenn man die durch das erſtere Prisma P hindurch gehenden gefärbten Strahlen (Fig. 108.) etwa in der Entfernung von einem Fuß durch ein

zwey=

zweytes dreyſeitiges Prisma AB, deſſen Achſe vertical geſtellt iſt, gehen läßt, ſo erſcheint das Farbenbild auf der Wand mit denſelben Dimenſionen und in ſeiner Farbenreihe dem erſtern ähnlich, aber in einer geneigten Stellung MN.

§. 577. Wenn man in dem Verſuche (Fig. 107.) durchſichtige Gläſer, die gleichförmig roth, oder grün, oder blau gefärbt, und auf beiden Flächen eben ſind, hinter das Prisma in der Entfernung von einem Fuß in die aus demſelben fahrenden gefärbten Strahlen hält, ſo läßt jedes Glas nur diejenigen gefärbten Strahlen durch, die es im gebrochenen Lichte zeigt, und die durchgehenden Strahlen bilden auf der Wand einen einzigen, gleichförmig gefärbten Kreis, deſſen Durchmeſſer die Breite des Farbenbildes hat.

§. 578. Man laſſe einzelne gefärbte Strahlen, die aus dem erſten Prisma SVT (Fig. 109) herauskommen, in einer hinlänglichen Entfernung durch eine kleine Oeffnung X eines vertical geſtellten Brettes PQ gehen, und, um die darüber oder darunter befindlichen anders gefärbten Strahlen deſto beſſer abzuſondern, ſie noch einmal durch die eben ſo große Oeffnung eines andern Bretts pq treten, das mit dem erſtern parallel und etwa 10 bis 12 Fuß davon geſtellt iſt. Die durchgehenden Strahlen fange man mit einem zweyten Prisma stv auf, ſo wird der einfach gefärbte Strahl auf der Wand Yy nach dieſem zweyten Brechen in der Farbe ungeändert erſcheinen, und ein kreisrundes Bild auf der Wand machen. Durch ſanfte Umdrehung des erſtern Prisma's SVT kann man nach und nach alle einfach gefärbten Strah-

Strahlen des ſiebenfachen Farbenbildes durch das Loch in X bringen. Wenn ſie nun ſo alle einzeln nach und nach unter einerley Einfallswinkel auf das zweyte Prisma stv gebracht worden ſind, ſo wird man wahrnehmen, daß der rothe Strahl auf der Wand Yy am niedrigſten nach Z zu, der orangefarbene etwas höher, der gelbe noch etwas höher, und ſo immer fort, nach der Reihe der Farben im Farbenbilde von unten auf zu liegen kommen. Der rothe Strahl wird alſo weniger gebrochen, als der grüne, dieſer weniger als der blaue, und der violette am ſtärkſten. **Die verſchiedentlichen Strahlen des ſiebenfachen farbigten Lichts in dem Farbenbilde des Prisma haben alſo ein verſchiedenes Brechungsverhältniß in einerley brechenden Mitteln**

Wenn wir den gemeinſchaftlichen Einfallsſinus bey den verſchiedentlich gefärbten Strahlen des Farbenbildes = 1 ſetzen, ſo iſt der Brechungsſinus, wenn das Licht aus einem und demſelben Glaſe in die Luft tritt, in dem Lichte des Farbenbildes:

für die rothen Strahlen von der unterſten Gränze des Farbenbildes bis zur Gränze des Orangegelben = 1,54 bis 1,5425;

für die orangefarbenen bis zur Gränze des Hellgelben = 1,5425 bis 1,544;

für die hellgelben bis zur Gränze des Grün = 1,544 bis 1,54667;

für die grünen bis zur Gränze des Hellblauen = 1,54667 bis 1,55;

für die hellblauen bis zur Gränze des Indigoblau = 1,55 bis 1,55333;

für die indigoblauen bis zur Gränze des Violetten = 1,55333 bis 1,55555;

für die violetten bis zur oberſten Gränze des Farbenbildes = 1,55555 bis 1,56.

Die größte Brechbarkeit des violblauen und die kleinſte des rothen Strahls iſt alſo gegen einander wie 1,56 : 1,54 = 78 : 77.

§. 579.

§. 579. Man laſſe auf ein rechtwinkligtes Prisma IKL (Fig. 110.) im finſtern Zimmer ein Bündel Sonnenſtrahlen ſo fallen, daß es auf die Fläche IK des Prisma faſt perpendiculär zu ſtehen kömmt, ſo wird es durch dieſe Fläche ungebrochen durchgehen, aber beym Austritt aus dieſer Fläche IL in M gebrochen werden, und ein Farbenbild QRS auf der verticalen Wand NN machen. Man drehe nun das Prisma IKL von I nach K allmählich um ſeine Achſe, während man noch ein anderes Prisma in VTX geſtellt hat, deſſen zwey breitere Flächen einen Winkel von etwa 55 Grad mit einander machen. So wie jetzt durch die Umdrehung des Prisma IKL der Strahl gegen die Fläche IL unter einem Winkel von 50 Gr. zu fallen anfängt, ſo wird, wie ſchon oben (§. 559. Anm.) bemerkt worden iſt, ein Theil des Lichts durch M nicht mehr hindurchgehen, ſondern die Brechung wird ſich in Zurückſtrahlung verwandeln, und es wird endlich alles Licht reflectirt werden, ſo wie der Winkel kleiner wird. Bey dieſer allmählichen Abnahme des Winkels durch die Umdrehung des Prisma fängt nun ein Theil Licht an, nach O zu reflectirt zu werden; wird es nun hier von einem andern Prisma gebrochen, ſo bildet ſich auf der Wand PQ ein Farbenbild, und zwar zuerſt ein violblaues in q, hernach auch noch das andere Blau daneben, dann ein grünes in r, u. ſ. w. fort, bis zuletzt auch das Roth in ſ dazu kömmt, ſo wie man fortfährt, das Prisma IKL allmählich von I nach K umzudrehen. So wie aber die blau gefärbten Strahlen in q zum Vorſchein kommen, ſo fangen ſie an, dem erſten Bilde in Q zu mangeln; und die Farbe, die in Q zuerſt verſchwindet, erſcheint zuerſt

in

in q, u. ſ. f. Ein Beweis, daß unter den angeführten Umſtänden die blauen Strahlen eher reflectirt werden, als die grünen, dieſe eher als die rothen, oder daß die brechbarſten Strahlen auch am leichteſten in M reflectirt werden.

§. 580. Man laſſe einen Strahlencylinder durch eine runde Oeffnung in das finſtere Zimmer in horizontaler Richtung treten; man laſſe ihn in der Entfernung von 10 bis 12 Fuß von der Oeffnung auf eine vertical ſtehende erhabene Glaslinſe LL (Fig. 111.), deren Brennweite 4 bis 5 Fuß beträgt, fallen, und die durchgehenden Strahlen nun durch das nahe dahinter geſtellte Priſma CD brechen. Wenn man nun das Farbenbild ef in der Brennweite der Linſe auffängt, ſo ſieht man es länglicht und ſchmal, und die Farben viel deutlicher, als ohne die Linſe LL geſchehen würde. Der Strahlencylinder würde ohne die Linſe und ohne das Priſma auf der Wand den weiß leuchtenden Kreis abcd bilden; durch die Linſe allein, ohne das Priſma, würden die Strahlen zu convergirenden werden, und alſo einen kleinen Kreis machen, deſſen Centrum mit dem des vorigen einerley bliebe. Durch das Priſma wird der convergirende Strahlenkegel des weißen Lichts in ſo viele kleinere geſpalten, als verſchiedene Arten des Lichts von verſchiedener Brechbarkeit, (das ſind eigentlich unzählige,) in dem weißen Licht enthalten ſind; und es zeigen ſich auf der Wand die Durchſchnitte dieſer einzelnen Kegel des verſchiedentlich gefärbten Lichts, worin folglich nun jede Art der Farbe in einen kleinern Kreis verengert iſt. Weil ferner die Mittelpuncte dieſer kleinen Kreiſe verhältnißmäßig eben ſo weit von einander abſtehen, als die der größern in einander fließenden des Farbenbil=

bildes EF, das ohne die Linſe LL erhalten werden kann, ſo erſcheint die Farbe lebhafter und reiner, als die Farbe der einzelnen Streifen im gewöhnlichen Farbenbilde EF. Indeſſen muß man nicht erwarten, daß in dieſem Falle die Kreiſe wirklich von einander getrennt und abgeſondert geſehen werden.

§. 581. Wenn man im finſtern Zimmer die aus dem Prisma fahrenden gefärbten Strahlen alle durch eine convexe Linſe auffängt, ſo hat man im Brennpuncte derſelben wieder das weiße, helle und runde Bild der Sonne, das man mit einem weißen Papier auffangen kann. Hält man dies näher nach der Linſe zu, ſo erſcheint das vorige gefärbte Bild wieder, nur mehr verengert, und in der vorigen Ordnung der Farben. Fängt man aber die Strahlen in einer größern Entfernung, als die Brennweite beträgt, dadurch auf, ſo iſt auch das gefärbte Bild wieder da; aber die Farben liegen in umgekehrter Ordnung, wegen der Durchkreuzung der Strahlen im Brennpuncte, und das Bild iſt deſto größer, je weiter man das Papier entfernt.

§. 582. Wenn man einzelne Bündel der ſieben gefärbten Lichtſtrahlen nach §. 578. durch eine convexe Linſe auffängt, ſo iſt das Bild davon im Brennpunct der Linſe cirkelrund, und hat dieſelbe Farbe, als das darauf fallende gefärbte Licht. Die Brennweite der rothen Strahlen iſt aber länger, als die der übrigen; die der blauen Strahlen am kürzeſten, nach Verhältniß ihrer verſchiedenen Brechbarkeit. (§. 578. Anm.).

§. 583. Wenn man den durch eine runde Oeffnung in ein finſteres Zimmer fallenden Strahlency-

lin-

linder in horizontaler Richtung mit einem gläſernen Kegel auffängt, dergeſtalt daß die Spitze des Kegels den Strahlen zugekehrt iſt, ſo zeigt ſich auf der dahinter ſtehenden verticalen Wand ein ſchöner Kreis von den ſieben Farben des Prisma, deſſen Durchmeſſer immer größer wird, je weiter man die Wand vom Kegel entfernt, ſo wie dann auch die Breite der farbigten Flächen zunimmt. Die rothe Farbe liegt nach Innen, die violette nach Außen. Hält man die Grundfläche des Kegels gegen den einfallenden Strahl, ſo zeigt ſich dieſe Erſcheinung nicht.

Es ſey (Fig. 112.) ABC ein gläſerner Kegel im Durchſchnitt, auf welchen der Strahlencylinder DdEe fällt. Der Strahl SA, der auf des Kegels Spitze A trifft, geht ungebrochen durch nach ſ, da er des Kegels Achſe iſt. Die Strahlen, die oberhalb SA liegen, werden nach unten zu, und die unterhalb SA kommen, nach oben zu durch den Kegel gebrochen. Es wird nemlich der Strahl Dd erſt in d dem Einfallslothe ih zugelenkt, und beym Ausgang auf der Grundfläche BC vom Einfallslothe mn abgelenkt. Da nun die violetten Strahlen ſtärker brechbar ſind, als die rothen, ſo wird auch dieſemnach das violette Licht mehr als das rothe nach unten zu unter die Achſe des Kegels abgelenkt werden. Der Strahl Ee, der unterhalb der Achſe SA des Kegels auffällt, wird in e erſt dem Einfallslothe fg zugelenkt, und beym Ausgange aus des Kegels Grundfläche BC vom Einfallslothe kl abgelenkt, und weil die violetten Strahlen brauchbarer ſind, als die rothen, ſo kommen die erſtern weiter von der Achſe des Kegels Aſ hinaufwärts, als die letztern. — So liegen alſo in dem ganzen bunten Kreiſe, der ſich bildet, die violetten nach außen, die rothen nach innen, und die andern verhältnißmäßig dazwiſchen.

Wenn hingegen (Fig. 113.) der Strahlencylinder DSE gegen des Kegels Grundfläche BC fällt, ſo entſteht kein farbigter Kreis. Der mittlere Strahl S geht ungebrochen durch die Spitze des Kegels, da er deſſen Achſe iſt. Der Strahl D ſteht auch auf der Grundfläche BC ſenkrecht; er geht alſo ungebrochen ins Glas; da er aber auf der Fläche BA ſo ſchief ſteht, daß beym Ausgang aus dieſer Fläche in f in die Luft der Brechungsſinus größer werden würde, als der Sinus to-

tus,

tus, ſo verwandelt ſich die Brechung in Zurückſtrahlung (§. 559. Anm.); er geht alſo nach der Fläche CA zu, wo er ungebrochen durchgehen muß, da er ſenkrecht oder nahe ſenkrecht darauf iſt. So iſt es mit allen über und unter der Achſe SA auf die Fläche BC ſenkrecht fallenden Strahlen.

§. 584. Aus der verſchiedenen Brechbarkeit der einfachen Lichtſtrahlen (§. 575. 578. 582.) folgt auch, daß in den verſchiedentlichen Linſen die einfachen Strahlen des weißen Lichtes, die von einerley Puncte kommen, nach den Brechungen nicht in einerley Vereinigungspuncte zuſammenlaufen, ſondern daß es vielmehr für jedes einfache Licht einen eigenen Vereinigungspunct gebe; daß ſie folglich auch ſo viele Bilder machen, als einfache Arten des Lichtes in dem weißen enthalten ſind. Es decken ſich zwar dieſe verſchiedene Bilder größtentheils, doch nicht vollkommen, und daher ſieht man den violetten und blauen Rand um die Bilder, die durch erhabene Linſen in dioptriſchen Werkzeugen gebildet werden. Es folgt hieraus eine andere Art von Unvollkommenheit (§. 564.) der dioptriſchen Werkzeuge, welche man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben (aberratio ob diverſam refrangibilitatem) nennt.

§. 585. Die Abſonderung der gefärbten Strahlen aus weißem Licht geſchiehet nicht allein durch Glas, ſondern durch jeden durchſichtigen Körper, deſſen Flächen brechende Winkel bilden. Nicht allein das Sonnenlicht, ſondern jedes andere Licht brennender Körper erleidet im Prisma die erwähnte Brechbarkeit und Abſonderung in einfache Farben.

§. 586. Aus dieſen bisher vorgetragenen Erfahrungsſätzen (§§. 573—585.) folgt nun nach Newton,

ton, daß das weiße Licht aus verſchiedenen Gattungen des einfachen Lichts vermiſcht beſtehe, die eine verſchiedene Brechbarkeit (refrangibilitas) beſitzen, deren Verhältniß im §. 578. angegeben worden iſt; und die eben aus dieſer Urſach, wenn ſie in der Vermiſchung, als weißes Licht, gleichen Einfallswinkel in der brechenden Fläche hatten, nicht gleichen Brechungswinkel haben können, folglich nun von einander abgeſondert werden müſſen, und die ihnen eigenthümliche Farbe zeigen. Von dieſer Verſchiedenheit der Brechbarkeit der verſchiedenen Gattungen des farbigten Lichts, die zuſammen das Weiße ausmachen, rührt es nun her, daß das Farbenbild (§. 575.) länglich wird. Denn, wenn man gleich gewöhnlich nur die erwähnten ſieben Gattungen des farbigten Lichts annimmt, ſo giebt es doch eigentlich in jeder Art unzählige Verſchiedenheiten der Brechbarkeit, die zwiſchen der größeſten und kleinſten Brechbarkeit inne liegen. Wenn wir alſo erſt auf diejenigen der ſieben Gattungen des farbigten Lichts Rückſicht nehmen, die die größeſte Brechbarkeit beſitzen, nemlich die äußerſten violetten, ſo würden ſie in der angeführten Erfahrung für ſich allein ein kreisrundes Bild der Sonne auf der weißen Wand machen müſſen, wenn das Prisma die gehörige Stellung hat. Kommen nun hiezu noch die zunächſt darauf folgenden minder brechbaren violetten, ſo würden auch dieſe einen violetten Kreis bilden, der das Bild der Sonne iſt, deſſen Mittelpunct aber mit dem des vorigen nahe zuſammenfällt. So geht es nun fort, durch alle unzählige Gattungen des violetten Lichts bis zu den am mehrſten brechbaren Gattungen der indigoblauen Strahlen, und ſo weiter bis herab zu

den

den am wenigſten brechbaren rothen. Es entſtehen alſo lauter in einander fließende Kreiſe der unzähligen verſchiedenen Arten des farbigten Lichts, wovon wir freylich nur ſieben verſchiedene Gattungen des Lichts, nach der Beſchränktheit unſerer ſubjectiven Einrichtung unterſcheiden können, bey dem wir aber doch wahrnehmen, daß keine ſcharfe Gränzlinie dieſe ſieben verſchiedene Gattungen von einander abſondert. So wird es nun einleuchtend, warum das Farbenbild zur Seite durch parallele gerade Linien oben und unten aber durch Zirkelbogen begränzt iſt. Die länglichte Geſtalt des Farbenbildes iſt alſo bloß Folge der verſchiedenen Brechbarkeit, und die Erfahrung im §. 576. beſtätigt es vollkommen. Denn wenn ſie nur von der bloßen Diſtraction des Lichts herrührte, ſo müßte die zweyte Brechung (Fig. 108.) es nachher auch in der Breite ausdehnen, und dann müßte das neue Farbenbild die Figur des Quadrats Mm-Nn haben, was nicht iſt. Die Erfahrungen des §. 577 — 580. 582. und 583. ſetzen es endlich außer allen Zweifel, daß in dem weißen Lichte verſchiedene Gattungen farbigten Lichts enthalten ſind, die eine verſchiedene Brechbarkeit beſitzen; und der Verſuch im §. 578. beweiſt nun noch insbeſondere, daß die verſchiedenen einzelnen Gattungen des farbigten Lichts die ihm zukommende Brechbarkeit eigenthümlich haben, und daß ihre Farbe unveränderlich und von ihnen unzertrennlich iſt. Die Entdeckungen dieſer Thatſachen durch die angeführten analytiſchen Unterſuchungen beſtätigte Newton durch ſynthetiſche Verſuche, dergleichen der §. 581. enthält; und verſchaffte ſo ſeiner unſterblichen Theorie denjenigen Grad von Evidenz, der bey

Gegenſtänden der Erfahrung nur zu erreichen mög-lich iſt.

Newtons oben (§. 574.) angeführtes Werk; imgl. deſſelben *Lectiones opticae*, in ſeinen *Opuſcul. mathematic., philoſoph., et philolog. T. II. Lauſannae et Genev.* 1746. 4. S. 73. ff.

§. 587. Ohgeachtet alſo zwar eigentlich unzählige Gattungen des verſchiedentlich brechbaren gefärbten Lichts in dem weißen Lichte enthalten ſind, ſo können wir doch, weil wir ſieben Gattungen daran unterſcheiden, nemlich **Roth, Orangegelb, Hellgelb, Grün, Hellblau, Indigoblau** und **Violett**, dieſe mit Recht als ſieben verſchiedene Gattungen des einfachen Lichts anſehen, wobey wir aber in jeder Gattung allmähliche Abſtufungen von den am mehreſten, bis zu den am wenigſten brechbaren dieſer Gattung annehmen müſſen.

§. 588. Da die einzelnen Strahlen dieſer ſieben Gattungen des Lichts durch wiederholte Brechungen, oder Zurückſtrahlungen (§. 578.) nicht in der Farbe geändert, und in Licht von andern Farben zerſtreuet oder zertheilt werden, ſo müſſen wir ſie für einfach anerkennen. Solches Licht, deſſen Farbe durchs Brechen nicht weiter veränderlich iſt, heißt **homogenes Licht**, und ſolches, das durchs Brechen verſchiedentlich gefärbte Strahlen zeigt, **heterogenes Licht**. Dieſes heterogene Licht kann dem homogenen Lichte in der Farbe ähnlich ſeyn, aber die damit veranſtaltete Brechung durch ein Prisma zeigt die Zuſammenſetzung im erſtern, und die Einfachheit im letztern bald. Solche Täuſchungen haben mehrere vergebliche Widerſprüche gegen Newtons Theorie veranlaßt. Die Verſuche, welche Hr. **Wünſch** neu-

neulich mitgetheilt hat, verdienen indeſſen die Aufmerkſamkeit der Phyſiker und die genaue Wiederholung um ſo mehr, da ſie Newtons Farbenlehre nur einfacher machen, nicht aber ſeiner Theorie von der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts widerſprechen. Nach Hrn. Wünſch ſind nemlich nur drey Gattungen des farbigten Lichts im Farbenbilde einfach, nemlich Roth, Grün und Violett, hingegen das Orangegelbe, Gelbe, Hellblaue und Indigoblaue zuſammengeſetzt: das Orangengelbe aus dem lebhafteſten rothen und dem ſchwachen grünen Licht, das Gelbe aus dem lebhafteſten rothen und dem lebhafteſten grünen, das Hellblaue aus dem geſättigten grünen und dem geſätigten violetten, und das Indigoblaue aus dem ſchwachen grünen und dem geſättigten violetten Lichte.

Verſuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts, angeſtellt und beſchrieben von Chriſt. Ernſt Wünſch. Leipz. 1792. 8.

Man hat insbeſondere gezweifelt, ob die grüne Farbe des Farbenbildes von homogenem Lichte herrühre, oder einfach ſey, da man auch durch Vermiſchung des blauen und gelben Lichts ein grünes Farbenbild erhalten könne. Es fallen z. B. (Fig. 114.) in einem finſtern Zimmer auf die beiden über einander ſtehenden Prismen G und g zwey verſchiedene Strahlencylinder des weißen Lichts S und ſ, und zwar ſey bey dem einen Prisma G der brechende Winkel oben, bey dem andern g unten. In den aus dem Prisma G fahrenden abgeſonderten farbigten Strahlen liegt aus leicht zu erachtenden Urſachen der rothe Strahl oben, der violette unten; im untern Prisma g iſt es umgekehrt. Man laſſe einzelne gefärbte Strahlen dieſer beiden Prismen durch die beiden Oeffnungen C und D von etwa ¼ Zoll Durchmeſſer in dem verticalen Brett AB, das in hinlänglicher Entfernung von den Prismen geſtellt wird, gehen, und bey ihrer Vereinigung auf die bewegliche Wand EC in F auffallen. Durch ſanfte Umdrehung der Prismen um ihre Achſe kann man ſo nach und nach alle Arten des homogenen Lichts mit einander zuſammenfallen laſſen. Man wird wahrnehmen, daß aus dem gelben

Licht des einen, und dem blauen des andern Prisma ein grünes Farbenbild hervorgebracht wird. Allein wenn man dieſes heterogene Grün mit einem andern Prisma betrachtet, ſo findet man es in ſeinen Grundfarben wieder aufgelöſt, welches bey dem homogenen Farbenbilde dieſer Art nicht geſchiehet.

So behaupteten auch Mariotte und Bizetti, durch ähnliche Täuſchungen verleitet, daß das homogene grüne Licht des Prisma durch wiederholtes Brechen geändert werde. Es ſind nemlich bey der Anſtellung dieſer Verſuche genaue Vorſichtsregeln nöthig, deren Vernachläſſigung leicht eine Quelle zu Fehlſchlüſſen und Irrthümern werden kann. Wenn nemlich das Zimmer nicht durchaus verfinſtert iſt, und von irgendwo her zuſammengeſetztes Licht mit durchs Prisma gehen kann, ſo kann es freylich geſchehen, daß das Farbenbild des einfachen Lichts noch anders gefärbte Ränder hat.

§. 589. Die Urſache der Verſchiedenheit der Brechbarkeit der unterſchiedenen Gattungen des einfachen Lichtes liegt nun wol ohne Zweifel in der verſchiedenen Geſchwindigkeit derſelben, welche aus der ungleichen Anziehung des brechenden Körpers gegen dieſe Gattungen des einfachen Lichts entſpringt, und läßt ſich aus dem, was oben (§. 559. Anm.) von der Urſach der Brechbarkeit überhaupt angeführt iſt, erklären. Die Urſach aber, warum dieſe oder jene Gattung des Lichts im Auge diejenige Empfindung bewirke, mit der die Vorſtellung dieſer oder jener Lichtfarbe verknüpft iſt, macht keinen Gegenſtand unſerer Erfahrungskenntniß aus, und alſo läßt ſich auch davon nichts weiter ſagen.

§. 590. Wir können nun aus dem bisher Vorgetragenen Anwendungen zur Erklärung der **Farben** (colores) machen, welche die Körper zeigen. Wenn das Sonnenlicht nur aus einerley Gattungen des homogenen Lichtes beſtünde, ſo würde nur einerley Farbe in der Welt ſeyn. Die

Verſchiedenheit der Farben, welche die leuchtenden oder erleuchteten Körper zeigen, rührt folglich daher, daß ſie Strahlen einer gewiſſen Art ausſtrömen oder zurückwerfen, deren jede in unſern Augen beſondere Empfindungen hervorbringen, mit welchen die Vorſtellung der verſchiedenen Farben verknüpft iſt.

§. 591. Die weiße Farbe entſteht alſo, wenn ein Körper die weißen Lichtſtrahlen unzerſetzt in unſer Auge ſchickt, und ſie iſt alſo eine Vermiſchung aller Grundfarben im gehörigen Verhältniß; ein Körper erſcheint roth, orange, grün, u. ſ. w., wenn er nur rothes, orangefarbenes, grünes Licht auf unſer Auge ſendet. Schwarz iſt die Abweſenheit alles Lichts, und aller Farben, und das abſolute Schwarz entſteht, wenn ein Körper gar kein Licht in unſer Auge ſendet.

Verſuch: Eine Scheibe, die nach dem oben (§. 575.) angeführten Verhältniß der Größe der einfachen Farbenbilder des Prisma in ſieben Sectoren getheilt iſt, die mit den in der Farbe correſpondirenden Pigmenten bemahlt worden ſind, erſcheint bey einem ſchnellen Umlauf weiß.

Ein anderes Verhältniß der Farben gegen einander giebt beym ſchnellen Umdrehen der Scheibe eigene Farben.

§. 592. Körper von allerley Farben, durch gefärbte durchſichtige Gläſer allerley Art betrachtet, erſcheinen dem Auge nur von derjenigen Farbe, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas im gebrochenen Lichte zeigt. Die Fehlſchlüſſe, zu welchen ſich gegen dieſen Satz Hr. Monge durch optiſche Täuſchungen verleiten ließ, hat Hr. Le Gentil gut gezeigt.

Monge über einige Phänomene des Sehens, in Grens Journ. der Phyſ. B. II. S. 142.; über die Farbe, wel-

welche roth und gelb gefärbte Gegenſtände zeigen, wenn man ſie durch rothe oder gelbe Gläſer betrachtet, von Hrn. Le Gentil, in Grens Journ. der Phyſ. B. VI. S. 165.

§. 593. Erleuchtete Körper durchs Prisma betrachtet, zeigen an ihren Rändern, wo Helligkeit und Dunkelheit, Licht und Schatten, mehrere oder ſchwächere Erleuchtung, an einander gränzen, farbigte Räume. Hr. von Göthe hat die mannigfaltigen Abwechſelungen der Phänomene, die hierbey ſtattfinden, geſammlet, und beſchrieben; hier genügt es, nur einige der hauptſächlichſten Erſcheinungen dieſer Art anzuführen, da ſich die übrigen alle darauf beziehen.

1) Weiße, einfärbige, und ſchwarze Flächen, wenn ſie durchaus gleichförmig und einfärbig ſind, zeigen durchs Prisma keine Farben; aber dieſe zeigen ſich an allen Rändern.

2) Ein weißer Streifen auf ſchwarzem Grunde erſcheint, wenn der brechende Winkel des Prisma, nach unten zugekehrt, und der Streifen der Länge nach vor dem Auge iſt, oben mit einem rothen und gelben, und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beiden letzteren ſtrahlen ins Schwarz hinein.

3) Wenn der weiße Streifen nicht zu breit iſt, und der Queere nach vor dem Prisma, oder parallel mit der Achſe deſſelben ſteht, ſo erſcheint er mit einem rothen, gelben, hellblauen und violetten Streifen ganz bedeckt, und wenn er weit genug vom Prisma entfernt iſt, ſo iſt auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwiſchen dem gelben und hellblauen,

blauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.

4) Wenn ein ſchwarzer Streifen auf einem weißen Grunde durch ein Prisma ſo betrachtet wird, daß der brechende Winkel des Prisma nach unten zu gerichtet iſt, ſo zeigen ſich die vorigen Erſcheinungen umgekehrt. Es iſt nemlich der ſchwarze Streifen oben mit einem hellblauen und violetten, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben. Die letztern ſtrahlen in die weiße Gränze hinein.

5) Wird dieſer ſchwarze Streifen auf weißem Grunde parallel mit der Achſe des Prisma gelegt, ſo erſcheint er, durchs Prisma betrachtet, mit farbigen Streifen ganz bedeckt, nemlich mit einem hellblauen, violetten, rothen, und gelben. Iſt er hinlänglich weit vom Prisma entfernt, ſo wird die hochrothe Farbe pfirſichblüthroth.

6) Wenn der brechende Winkel des Prisma, durch den man ſieht, nach oben zu gerichtet iſt, ſo werden ſich alle vorgenannte Phänomene (1 — 5) umgekehrt zeigen, ſo daß z. B. im erſtern Fall der weiße Streifen auf ſchwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saum umgeben iſt, u. ſ. w.

Die Erklärung dieſer und ähnlicher Phänomene folgt aus den bisherigen Sätzen der Newtoniſchen Theorie des Lichts und der Farben leicht, wie ich anderswo gezeigt habe.

J. W. von Göthe Beyträge zur Optik. Weimar. kl. 8. Erſtes Stück 1791. Zweytes St. 1792.

In Anſehung der umſtändlichen Erklärung dieſer Phänomene, die an ſich leicht iſt, wobey man aber viel Worte machen muß, wenn man ſie Anfängern deutlich genug vortragen will, verweiſe ich auf einen Aufſatz von mir: Einige Bemerkungen über Hrn.

von

von Göthens Beyträge zur Optik; im Journal der Phyſ. B. VII. S. 3. ff.

§. 594. Sonſt beweiſen dieſe Erfahrungen über die farbigten Ränder, mit denen die Körper umgeben erſcheinen, wenn man ſie durchs Prisma betrachtet, daß nicht nur das Licht leuchtender Körper, ſondern auch das, durch welches uns die erleuchteten ſichtbar ſind, aus verſchiedenen Arten des homogenen Lichtes zuſammengeſetzt ſey, und daß auch diejenigen Körper, die dem bloßen Auge von einer beſtimmten Farbe erſcheinen, doch noch außer dem Lichte von dieſer beſtimmten Farbe mehr oder weniger weißes Licht zugleich ausſtrömen.

§. 595. Die unzählige Verſchiedenheit der Farben, die wir an den mannigfaltigen Körpern der Natur wahrnehmen, rührt daher, daß dieſelben nicht bloß eine Art von einfachem Licht, ſondern mehrere Arten, die in unzähligen Verhältniſſen mit einander verbunden ſeyn können, in das Auge ſchickt. So entſtehen alsdann die **vermiſchten**, oder **zuſammengeſetzten Farben**, und vielleicht iſt kein Körper in der Natur, der nur homogenes Licht einer einzigen Art zurückſtrahlte.

§. 596. Um zu erklären, wie es zugeht, daß ein Körper eine gewiſſe Farbe zeigt, müſſen wir freylich annehmen, daß die verſchiedentlichen Materien in der Natur eine Kraft haben, gewiſſe Gattungen des homogenen Lichts mehr zu binden, zu figiren, und ihre Expanſivkraft unthätig zu machen, als andere Gattungen, wodurch dann dieſe letztern nur allein wieder zurückzuſtrahlen vermögend ſind, und durch die mannigfaltigen Verhältniſſe, in denen ſie vermiſcht

ſeyn

ſeyn können, die Mannigfaltigkeit der Farben und ihre Nuancen hervorbringen. So würde alſo z. B. ein Körper grün ausſehen, wenn er entweder nur das grüne Licht, das im Weißen enthalten iſt, zurückſtrahlte, alle andere Gattungen aber, woraus das letztere beſteht, einſaugte und figirte; oder auch, wenn er gelbes und violettes Licht zugleich reflectirte, die übrigen Gattungen des homogenen Lichts hingegen bände. Schwarz wäre der Körper, der alle Gattungen des Lichts einſaugte; weiß, der alle Gattungen des weißen Lichts reflectirte.

Daraus, daß wir nicht wiſſen, wo alles das andere Licht bleibe, das die Körper figiren und einſaugen, läßt ſich kein gegründeter Einwurf gegen die Farbentheorie hernehmen. Auch berechnet man dabey die Maſſe des Lichts zu groß. Wir wiſſen übrigens, daß das gebundene Licht den Brennſtoff conſtituiren hilft, und daß es auch einen Beſtandtheil der electriſchen Materie ausmacht, die in allen Körpern zugegen iſt.

§. 597. Wenn ein Körper durch die Theilchen auf ſeiner Oberfläche das von ihm zurückſtrahlende heterogene Licht zu gleicher Zeit auch bricht, ſo erſcheint er in verſchiedenen Stellungen gegen das Auge von verſchiedenen Farben.

Hieher gehört der Schillertaffent, die ſchillernden Papillions, die Federn am Halſe der Tauben, die Pfauen= und Papageyenfedern. Alle Körper zeigen überhaupt, wenn man ihre Fläche im Sonnenſcheine genau betrachtet, bunte Farben, ſelbſt die polirten Metalle nicht ausgenommen.

§. 598. Wenn ein durchſichtiger Körper andere Strahlen reflectirt, als er durchläßt, ſo erſcheint er auch beym reflectirten Lichte anders, als beym gebrochenen.

Die Tinctur des Griesholzes (Tinctura ligni nephritici) ſieht hinter dem Lichte blaugelb, vor dem Lichte gelbroth

roth aus. — Die Luft der Atmoſphäre läßt zwar das mehreſte weiße Licht hindurch, reflectirt aber doch auch zugleich blaues Licht, und ſieht eben deswegen in dieſem reflectirten Lichte blau aus.

§. 599. Wenn mit der Veränderung der Miſchung eines Körpers auch die Anziehung ſeiner Theilchen gegen gewiſſe Gattungen des Lichts geändert wird, ſo muß auch wol ſeine Farbe geändert werden. Man ſieht indeſſen leicht, daß dies nicht Erklärung des Phänomens iſt, die hier auch nicht zu geben iſt.

Hierauf gründen ſich unzählige Farbenveränderungen, welche die Chemie hervorbringen kan: z. B.

Die klare und ungefärbte Auflöſung des Eiſenvitriols im Waſſer, wird durch wenig Gallapfeltinctur violett, durch mehrere davon ſchwarz. Die Farbe verſchwindet durch zugeſetzte Säure.

Eben dieſe Auflöſung wird durch Blutlauge ſogleich ſchön blau.

Die Auflöſung des Kupfervitriols im Waſſer wird durch flüchtiges Laugenſalz ſogleich ſchön blau, durch feuerbeſtändiges grün.

Blaue Lackmustinctur wird durch Säure ſogleich rubinroth; durch Laugenſalze wieder blau. Violenſyrup durch die erſtere carmoiſin, durch letztere grün.

Die klare und ungefärbte Auflöſung der Goldſolution im Waſſer wird durch ungefärbte Zinnſolution ſchön purpur.

Die ungefärbte Auflöſung des ätzenden Queckſilberſublimats wird durch Weinſteinſalz orangefarben, durch flüchtiges Laugenſalz weiß.

Rauchender Salpetergeiſt von einer dunkelgelben Farbe wird durch Waſſer erſt grün, dann blau, dann ungefärbt.

Rothe Fernambuctinctur wird durch Laugenſalze ſogleich violett, durch Säure hochroth.

Gelbe Curcumatinctur wird durch Laugenſalze ſogleich braun.

Ferner gehören hieher die verſchiedenen ſympathetiſchen Tinten, die ſchon oben bey den Metallen einzeln erwähnt ſind; das mineraliſche Chamäleon (§. 425. Anm.), u. d. gl.

§. 600. Die Durchſichtigkeit der Körper hängt von der Lage ihrer kleinſten Theilchen und Zwiſchenräume ab. Ein Körper iſt durchſichtig, wenn ſeine kleinſten Theilchen die Lichtſtrahlen nicht ſehr verſchieden brechen, widrigenfalls entſteht die Undurchſichtigkeit.

Waſſer in Schaum verwandelt, wird undurchſichtig.
Geſchmolzen Wachs und Talg werden durchſichtig.
Viele Glastafeln über einander gelegt, ſind wenig durchſichtig, werden aber durch dazwiſchen gegoſſenes Waſſer durchſichtig.
Klares Glas wird durchs Zerſtoßen zu einem Pulver undurchſichtig.
Papier mit Oehl getränkt wird durchſichtiger.
Undurchſichtige metalliſche Kalke und Erden werden durchs Schmelzen durchſichtiger.
Der Hydrophan und Pyrophan.

Beugung des Lichts.

§. 601. Außer der Reflexion, Refraction und verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts hat man noch eine andere Eigenſchaft deſſelben wahrgenommen, die man die Beugung (inflexio, diffractio lucis) nennt. Grimaldi hat zuerſt davon geredet, Newton aber hat das Phänomen näher beſtimmt, doch aber auch die Unterſuchung darüber nicht vollendet. Als er einem dünnen Sonnenſtrahle, der im finſtern Zimmer durch die feine Oeffnung ging, deren Durchmeſſer etwa $\frac{1}{42}$ eines Zolles betrug, einen dünnen opaken Körper, z. B. ein Haar, oder feines Drath entgegen hielt, ſo fand er den auf einem weißen Papier davon geworfenen Schatten breiter, als er bey dem geraden Fortgange des Lichts hätte ſeyn können, und zu gleicher Zeit an jeder Seite des Schattens drey gefärbte parallele Säume, wovon der, welcher den Schatten

ten zunächſt begränzte, breiter war, als der zweyte und von dieſem wieder durch einen Schatten getrennt wurde; bey der gehörigen Entfernung des Papiers war der zweyte Saum von einem dritten durch einen dazwiſchen liegenden Schatten zu unterſcheiden; bey zu großer Nähe des Papiers floſſen die beiden äußerſten Säume auf jeder Seite in einander. Noch deutlicher wurden dieſe Säume, wenn er den Lichtſtrahl zwiſchen zweyen, nur $\frac{1}{400}$ eines Zolles von einander abſtehenden, Meſſerſchneiden durchgehen ließ. Das Licht, das in gerader Linie hätte durchgehen ſollen, ward zu beiden Seiten abgelenkt, und in zwey Theile getheilt, und ließ zwiſchen ſich einen Schatten, der deſto breiter war, je näher er die Schneiden zuſammenrückte. Er bemerkte dabey auch auf jeder Seite des Schattens in der Mitte drey farbige Säume, die wieder durch Zwiſchenſchatten von einander getrennt waren. Der Rand des erſtern Saums an der Gränze des Schattens war violett, dann bemerkte man eine hellblaue, eine grüne, eine gelbe und eine rothe Farbe, die dieſen erſten Saum auf der andern Seite begränzte. Am zweyten, von dem erſtern durch einen ſchmalen und dünnen Schatten getrennten, Saume, war der innere Rand blau, die Mitte gelb, der äußere Rand roth; und ſo war es auch im dritten ſchmälſten Saume. — Uebrigens iſt das Phänomen ſelbſt noch nicht ſo unterſucht, daß ſich davon eine befriedigende Erklärung geben ließe. Von der Reflexion kann es gewiß nicht herrühren.

Phyſico-matheſis de lumine, coloribus et iride, aliisque adnexis, auct. P. *Franc Mar. Grimaldo*. Bonon. 1665. 4. *Newton Optice* l. III. S. 272. ff.

Das

Das Auge. Das natürliche und durch optiſche Werkzeuge verſtärkte Sehen.

§. 602. Um zu wiſſen, was es mit dem Sehen der Gegenſtände für eine Bewandtniß habe, muß man nothwendig einige Kenntniß vom Bau des Auges, und derjenigen Theile deſſelben haben, die zum klaren und deutlichen Sehen erfordert werden.

§. 603. Die Geſtalt des Augapfels (bulbus oculi) kömmt der Kugelgeſtalt ſehr nahe, nur daß vorne der durchſichtige Theil weiter hervorragend iſt. Sein Längendurchmeſſer beträgt beym Auge des erwachſenen Menſchen etwa 1 $\frac{1}{3}$ Pariſer Linie. Er iſt in der, mit Fett häufig verſehenen, **Augenhöhlung** (orbita), nach allen Seiten durch ſechs Augenmuſkeln beweglich, und kann durch die **Augenlieder** (palpebrae) und durch die **Augenwimpern** (cilia) bedeckt, und vor einfallenden Unreinigkeiten und zu ſtarkem Lichte geſchützt werden.

§. 604. Der Augapfel beſteht aus verſchiedenen **Häuten** (membranae), welche zum Theil zuſammenhängend ſind, zum Theil Höhlungen zwiſchen ſich laſſen, die mit den durchſichtigen brechenden Mitteln, die man gewöhnlich die **Feuchtigkeiten** (humores) nennt, ausgefüllt ſind. Die äußerſte dieſer Häute iſt feſt, zähe, dick, aus mehrern Blättern beſtehend, größtentheils undurchſichtig, und umgiebt den ganzen Augapfel. Sie heißt die **feſte** oder **harte Haut** (tunica ſclerotica). Je mehr ſie ſich dem Vordertheile des Augapfels nähert, deſto dünner wird ſie, und endlich ganz durchſichtig. Dieſer durchſichtige Theil der feſten Haut, durch die das Licht zum Innern des Auges dringt, heißt die **Horn**haut

haut (cornea transparens, tunica cornea), und iſt das Segment einer Kugel, deren Halbmeſſer kleiner iſt, als der des übrigen Augapfels. Er iſt daher hervorragend (§. 603.). Seine Axe iſt aber mit der Axe des Augapfels gemeinſchaftlich. Die Hornhaut iſt auf ihrer innern Fläche noch mit einer andern, mit vieler Schnellkraft verſehenen Haut, die man die Desmourſche Membran nennt, bekleidet.

§. 605. In dem Hintertheile der feſten oder harten Haut, zur Seite der Achſe des Augapfels, etwas nach der Naſe zu, begiebt ſich der Augennerve (nervus opticus) in den Augapfel. Das innere Blatt ſeiner feſten Hirnhaut (dura mater), womit er bekleidet aus der Augenhöhle tritt, hilft entweder die feſte Haut des Augapfels bilden, oder hängt wenigſtens damit zuſammen. Die Gefäßhaut (pia mater) des Nerven überzieht inwendig die feſte Haut des Augapfels, iſt durchaus ſchwarzbraun und dünne. Der übrige, markige innere Theil des Nerven, gewiſſermaßen die fortgeſetzte Subſtanz des Gehirns ſelbſt, geht in eine weiße, niedergedrückte, coniſche Warze aus, und die Subſtanz des Nerven zur Seite dieſer Warze breitet ſich ſelbſt zu der innerſten Haut des Auges aus, die nachher angeführt werden wird.

§. 606. Unter der harten Haut liegt zunächſt an derſelben die Gefäßhaut oder Aderhaut (tunica choroidea). Sie nimmt ihren Anfang von einem weißen, aus Zellgewebe beſtehenden Zirkel, der die Subſtanz des Sehenerven begränzt. Sie hängt hier mit der feſten Haut und dieſem weißen Zirkel zuſammen,

men, und wird von da an concentriſch innerhalb der feſten Haut ausgeſpannt, mit der ſie durch etwas Zellgewebe und durch Gefäße verbunden iſt. Sie iſt auswendig braun, inwendig faſt ſchwarz. Wenn ſie bis an den Urſprung der durchſichtigen Hornhaut gelangt iſt, ſo wird ſie daſelbſt durch vieles Zellgewebe mit der feſten Haut vereiniget, in Geſtalt eines weißen Keiſes, des Ciliarkreiſes (orbiculus ciliaris), worin noch Fontana's Strahlencanal (canalis ciliaris) zu merken iſt. Von dieſem Zirkel, durch den die Gefäßhaut mit der feſten Haut zuſammenhängt, wendet ſich ihre innere Lamelle nach dem Innern des Augapfels, und bildet die Strahlenbändchen (ligamenta ciliaria), dicke, ſchön gefaltene, vasculöſe Streifen, die mit einem ſchwarzen Leime überzogen ſind, und die Kapſel der Cryſtallinſe umgeben.

§. 607. Zwiſchen der Hornhaut und den Strahlenfaſern ſteigt die Regenbogenhaut (Iris) aus dem Ciliarkreiſe als eine Fortſetzung der Aderhaut ebenfalls herab. Sie zeigt auf ihrer vordern Seite bunte geſchlängelte Streifen, die vom Umkreiſe herabſteigen, und dieſe vordere Fläche nennt man insbeſondere die Regenbogenhaut (Iris). Auf ihrer hintern Seite beſteht ſie aus geraden Streifen, die mit einem ſchwarzen Leime überzogen ſind. Dieſe hintere Fläche nennt man auch die Traubenhaut (uvea). In der Mitte dieſer undurchſichtigen Haut, die Hr. Sömmering ſehr paſſend die Blendung heißt, befindet ſich eine kreisrunde Oeffnung, die Pupille, die Sehe, das Lichtloch, durch welche allein das Licht nach dem Innern des Auges tritt, und welche auf eine bewundernswürdige Art ſich unwillkührlich

bey

ſchwachem Lichte erweitert, bey ſtarkem Lichte verengert. Der zarte Rand dieſer Oeffnung wird von den Streifen der hintern Seite der Regenbogenhaut gebildet.

§. 608. Wenn der Augennerve (§. 605.) durch die harte Haut und Aderhaut getreten iſt, ſo breitet ſich ſein Mark zu einer feinen, zarten, in jüngern Jahren mehr durchſichtigen, im Alter mehr undurchſichtigen Haut, der **Netzhaut**, oder **Markhaut** (retina) aus, und legt ſich allenthalben an die Aderhaut bis zum größern Kreiſe der Strahlenfaſern an. Dieſe Netzhaut iſt der Sitz der Empfindung, die durch die Vereinigungspuncte der Strahlen, welche zuſammen das Bild des Gegenſtandes machen, hervorgebracht wird.

§. 609. Die ſo genannten Feuchtigkeiten des Augapfels (§. 604.), welche zum Brechen der Strahlen beſtimmt ſind, ſind 1) in der Mitte die **cryſtallene Feuchtigkeit** oder die **Cryſtalllinſe** (humor cryſtallinus, lens cryſtallina), die eigentlich nicht ſowol eine Flüſſigkeit, als vielmehr ein feſter, runder, höchſt durchſichtiger, biconvexer Körper iſt, deſſen hintere Fläche mehr erhaben iſt, als die vordere, eigentlich aus mehrern mit feinen Gefäßen verſehenen, und durch ein ſehr feines Zellgewebe verbundenen, mit einer ſehr durchſichtigen wäßrigen Feuchtigkeit ausgefüllten, ſphäriſchen Lamellen beſtehet. Die innerſten Bogen liegen näher auf einander, als die nach dem Rande zu, und machen gewiſſermaaßen einen dichtern Kern der Linſe aus. Höchſt wahrſcheinlich wird dadurch die Abweichung der Strahlen wegen der Geſtalt (§. 566.) compenſirt. Die Linſe iſt in einer

ner ſehr durchſichtigen Kapſel (capſula lentis cryſtallinae) eingeſchloſſen, doch ſo, daß der enge Raum zwiſchen beiden mit einer Feuchtigkeit ausgefüllt iſt. Sie iſt mit dem Strahlenkörper eingefaßt. Die mittlere Brechung der Linſe verhält ſich nach Jurin gegen die der Luft, wie 1,46 : 1. Nach ebendemſelben beträgt nach einer Mittelzahl der Halbmeſſer ihrer vordern Krümmung 3,3081 engliſche Decimallinien, der hintere aber 2,5056; und ihre größte Dicke 1,8525 ſolcher Linien.

§. 610. Den vordern Theil des Auges zwiſchen der Hornhaut und der Kapſel der Cryſtallinſe erfüllt 2) die wäßrigte Feuchtigkeit (humor aqueus). Der ganze Raum wird durch die Iris in die vordere (camera anterior) und hintere Kammer (camera poſterior) eingetheilt, welche durch die Pupille Gemeinſchaft haben. Die wäſſerigte Feuchtigkeit füllt beide aus, und treibt die Hornhaut in die Höhe. Der Halbmeſſer dieſer Krümmung der Hornhaut beträgt nach Jurin 3,3294 Decimallinien engl. Die wäſſerigte Feuchtigkeit iſt dünnflüſſig, durchſichtig und ſchwachſalzig. Ihre mittlere Brechkraft gegen die Luft iſt wie 1,29 : 1.

§. 611. Den größern Theil des Auges hinter der Cryſtallinſe füllt 3) die Glasfeuchtigkeit (humor vitreus) aus. Sie ſtellt eine ſehr klare und durchſichtige Gallerte vor, und beſtehet aus ſehr feinen Zellen, in welche die gallertartige Flüſſigkeit eingeſchloſſen iſt. Sie hat vorne eine Concavität, wo ſie die Cryſtallinſe berührt, und iſt mit einer feinen, durchſichtigen, eigenen Membran eingeſchloſſchen. Ihre mittlere Brechkraft verhält ſich gegen die Luft nach Rochon wie 1,33 : 1.

Zinn deſcriptio anatomica oculi humani. Goett. 1755. 4.
Alb. von Hallers Grundriß der Phyſiologie, a. d. lat. mit Anm. von Sömmerring und Meckel Berl. 1788. 8. Cap. XV.

§. 612. Vermittelſt dieſes ſo bewundernswürdig eingerichteten Werkzeugs erhalten wir nun diejenige Empfindung, die wir das Sehen nennen. Die richtige Erklärungsart von der Hervorbringung dieſer Empfindung blieb aber lange Zeit unbekannt, und wurde erſt von Keplern entdeckt. Die Alten glaubten, daß die Strahlen von dem Auge nach den Gegenſtänden zu ausgiengen, wie Empedocles, Plato, Euclides, und von da wieder nach den Augen zurückgeworfen würden, wie die Stoiker annahmen. Porta entdeckte zuerſt die Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinſterten Zimmer; er zeigte dadurch einen beſſern Weg zur Erklärung des Sehens, ob er ſich gleich die Sache ſelbſt noch unrichtig vorſtellte, da er die Cryſtalllinſe für die Wand hielt, auf welcher ſich das Bild des Gegenſtandes abbilde, und von jedem ſichtbaren Puncte des Gegenſtandes nur einen Strahl ins Auge kommen ließ. Erſt Kepler gab richtige Begriffe über die Art und Weiſe der Entſtehung des Bildes.

§. 613. Von jedem Puncte eines ſichtbaren leuchtenden oder erleuchteten Körpers fahren nach geraden Linien Strahlenkegel aus (§. 522.), deren Grundfläche die vordere Fläche der Hornhaut, und deren Spitze der ſichtbare Punct iſt. Von dieſem Strahlenkegel kann nur derjenige Theil die Empfindung des Sehens des ſichtbaren Punctes bewirken, welcher auf die Pupille trifft. Beym Durchgange dieſes Strahlenkegels durch die Hornhaut und wäſ-

ſerige

ſerige Feuchtigkeit vor und hinter der Pupille leidet er die erſten beiden Brechungen; auf der vordern Fläche der Cryſtalllinſe, die wie ein erhabenes Glas wirkt (§ 564.), die dritte und ſtärkere, und in der gläſernen Feuchtigkeit die vierte Brechung. Die divergirenden Strahlen dieſes Strahlenkegels werden dadurch convergirend, und treffen endlich in einem Punct zuſammen. Dieſer Punct der Wiedervereinigung der Strahlen iſt der Ort des Bildes vom Puncte.

Es ſey alſo (Fig. 115.) DE das Auge nach einem Durchſchnitt in der Länge ſeiner Achſe. Von dem Puncte A gehe ein divergirender Strahlenkegel aus, der auf die Hornhaut des Auges fällt. Da die Strahlen aus dem dünnern Medio, der Luft, in das dichtere übergeben, ſo werden ſie dem Perpendicul zu gebrochen, und dadurch, wie aus dem vorigen von der Brechung in krummen Flächen bekannt iſt, convergirend, wenn der ſtrahlende Punct nicht zu nahe, d. h., die Divergenz der Strahlen nicht zu groß iſt. Man ſieht, daß dadurch auch Strahlen durch die Pupille kommen können, die durch den geraden Fortgang auf die Blendung gekommen ſeyn würden. Durch die Brechung in der Cryſtallinſe C und der Glasfeuchtigkeit werden die Strahlen noch ſtärker convergirend, und vereinigen ſich in einem Punct in a, der das Bild von A iſt.

§. 614. Die Strahlen jedes Strahlenkegels alſo, welcher aus jedem Puncte des Körpers ausfährt, und auf die Pupille trifft, vereinigen ſich alſo hinter der Linſe, wie im finſtern Zimmer, deſſen Oeffnung mit einem erhabenen Glaſe verſehen iſt; und wenn das Auge die gewöhnliche Einrichtung hat, und das Object nicht zu entfernt oder dem Auge nicht zu nahe iſt, ſo liegt das Bild des Punctes auf der Netzhaut. Von jedem ſichtbaren Puncte eines Gegenſtandes entſteht natürlicherweiſe ein Bild auf der Netzhaut, welche alle zuſammen, wie im verfinſterten Zim-

mer, ein verkehrt ſtehendes vom ganzen Objecte machen.

Es ſey (Fig. 116.) CAB ein Object, das vor dem Auge ſteht. Von den Puncten C, A, und B, gehen divergirende Strahlenkegel nach dem Auge, deren Strahlen durch die Brechungen zu convergirenden werden, und ſich wieder in einen Punct vereinigen. Sie machen alſo das verkleinerte und verkehrt ſtehende Bild bac.

§. 615. Dieſe Wiedervereinigung der Strahlen eines Strahlenkegels von einem ſichtbaren Puncte auf der Netzhaut, oder die Abbildung des Gegenſtandes auf derſelben, iſt nun mit der Empfindung des Sehens begleitet. Wie die Vorſtellungen der Seele aber mit dieſem Zuſammentreffen der Lichtſtrahlen zu einem Bilde des Gegenſtandes zuſammenhängen, dies zu erklären, reichen unſere Erfahrungen nicht hin. Das Bild und die Empfindung des Sehens ſind Wirkungen einer einzigen Urſache. Wir können nicht annehmen, daß das Bild als Bild die Empfindung bewirke. Denn dies kann es ja nicht, da es nur Phantom iſt; eben ſo wenig können alſo auch die Farben, die am Bilde ſind, die Empfindung der Farben hervorbringen. Noch weniger wird man glauben, daß die Seele das Bild des Gegenſtandes auf der Netzhaut beſchaue, und dadurch Vorſtellung davon erhalte, ſo wie wir etwa in der finſtern Kammer das Bild eines abgebildeten Gegenſtandes wahrnehmen.

§. 616. Nur die Wiedervereinigung der zu einem Strahlenkegel gehörigen Strahlen in einem Puncte auf der Netzhaut erzeugt das deutliche Sehen dieſes Puncts, und in ſo fern hiedurch ſonſt ein Bild des Punctes entſteht, können wir annehmen, daß

das Bild die Empfindung mache. Nur die Netzhaut iſt für dieſe Wiedervereinigungspuncte fühlbar, und pflanzt die Empfindung durch den Geſichtsnerven bis zum Gehirne fort. Weiter können wir nun eben ſo wenig erklären, wie mit dieſer Empfindung die Vorſtellung des Sehens verknüpft iſt, als wir es erklären können, wie der Eindruck auf die Nerven der Zunge und des Gaums den Geſchmack, auf die Nerven der Naſe den Geruch, oder auf den Gehörnerven das Hören, und die davon abhängenden Urtheile unſerer Seele erzeuge. Die Vorſtellung der Farben endlich möchte wol aus der verſchiedenen Empfindung herrühren, welche die verſchiedenen Gattungen der Lichtſtrahlen auf der Netzhaut bewirken, und welche ſie eben ſo verſchiedentlich rühren, als es verſchiedene riechende Ausflüſſe bey den Geruchsnerven thun.

§. 617. Die Frage, warum wir die Gegenſtände nicht verkehrt wahrnehmen, da doch das Bild derſelben auf der Netzhaut verkehrt liegt, hat in der That keinen vernünftigen Sinn. In der Zeichnung des Bildes (Fig. 116.) beziehen wir freylich dieſes auf den Gegenſtand, und da ſteht das Bild gegen dieſen allerdings verkehrt. Aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenſtände zuſammen beziehen wir die Bilder zu den Bildern, und die haben ja gegen einander daſſelbige räumliche Verhältniß, als die Objecte; folglich ſind ſie nicht gegen einander verkehrt. Wenn wir alſo einen Menſchen auf dem Fußboden eines Zimmers ſtehend wahrnehmen, ſo bildet er ſich ſo auf der Netzhaut ab, daß ſeine Füße gegen den zugleich mit abgebildeten Fußboden dieſelbige Beziehung haben, als im Objecte. Er wird ja nicht

nicht mit dem Kopfe auf dem Fußboden ſtehend abgebildet; folglich ſteht er auch im Bilde nicht verkehrt gegen den Fußboden, und gegen die Decke des Zimmers; ſondern das Bild hat dieſelbige räumliche Beziehung gegen die Bilder dieſer, als das Object. Wenn ſich alſo alles in der Welt in derſelbigen räumlichen Verbindung auf der Netzhaut abbildet, worin es natürlich iſt, ſo ſehen wir nichts verkehrt.

Das aſtronomiſche Fernrohr kann hier gar nichts dagegen, ſondern wohl dafür beweiſen; weil das dadurch erhaltene Bild gegen das durchs bloße Auge erzeugte eine verkehrte Lage hat.

§. 618. Eben ſo wenig hat es auch mit der Schwierigkeit zu bedeuten, die einige darin zu finden glaubten, daß wir mit zwey Augen die Gegenſtände nur einfach ſehen. Denn, wenn gleich von einerley Puncte zwey verſchiedene Strahlenkegel nach den beiden Augen gehen, ſo ſetzen wir doch den Punct nur dahin, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels treffen muß, und dieſe Spitze iſt ja beiden Strahlenkegeln gemeinſchaftlich; daher muß der Punct, auch durch beide Augen geſehen, nur einfach erſcheinen. Das Gegentheil geſchiehet, wenn man den einen Augapfel mit den Fingern zur Seite drückt, wodurch die Spitzen der Lichtkegel von einander gebracht, und alſo das Object zweyfach empfunden wird.

§. 619. Ueberhaupt kommt es bey dem Urtheil der Seele über das Geſehene auf weit mehrere Umſtände an, als bey den Empfindungen durch andere Sinne. Wir verbinden von Jugend auf unvermerkt mit dem Geſicht das Gefühl, und üben uns dadurch, aus dem, was uns das Auge darſtellt, Urtheile über

die

die wahren und eigentlichen Lagen, Entfernungen, Größe und Geſtalten der Körper zu fällen. Wir erlangen eine Fertigkeit, aus der Verbindung beider Sinne, bey Gegenſtänden, die wenigſtens nahe um uns herum ſind, richtig zu urtheilen; aber weil auch dieſes Urtheil mit dem Sehen ſelbſt ohne unſer Bewußtſeyn ſo innig verbunden iſt, ſo kömmt es auch oft, daß wir etwas zu ſehen glauben, was wir bloß aus dem Geſehenen ſchließen; und wir ſchließen manchmal falſch, ob wir gleich richtig ſehen.

Die Geſchichte einiger Blindgebohrnen, und am Staar glücklich operirter Perſonen (ſ. Cheſelden in philoſ. Tranſ. no. 402., und in Smith's Lehrbegriff der Optik; ingleichen Lichtenberg's Magazin für die Phyſik, B. 4. St. 1. S. 21.), kann es beweiſen, daß wir von den Entfernungen, Lagen, Größen und Figuren der Gegenſtände nicht anders, als erſt durch Beyhülfe des Gefühls urtheilen lernen, oder daß wir die Empfindungen des Geſichts mit denen des Gefühls vergleichen müſſen, um durch fortgeſetzte Erfahrungen in den Stand geſetzt zu werden, aus dem Geſehenen auf ihre Entfernungen, Lage, Figur, u. ſ. w. zu ſchließen.

§. 620. Wenn man von den äußerſten Enden eines ſichtbaren Gegenſtandes gerade Linien nach dem Mittelpunct der Pupille des Auges zu ziehet, ſo heißt der Winkel, den ſie hier machen, der Sehewinkel oder die ſcheinbare Größe des Gegenſtandes (angulus opticus, viſorius; magnitudo, diameter objecti apparens). Dieſer Sehewinkel wird bey einerley Object natürlicherweiſe größer, je näher dies dem Auge kömmt, und deſto kleiner, je weiter es ſich davon entfernt.

§. 621. Unſer Urtheil über die Größe der Gegenſtände hängt nicht allein von ihrer wahren Größe, ſondern auch von dieſem Sehewinkel mit ab,

unter welchem wir die Objecte wahrnehmen, und von welchem auch die Größe des Bildes auf der Netzhaut abhängt. Gegenſtände von verſchiedenen wahren Größen können daher dem Auge unter einerley ſcheinbarer Größe erſcheinen, wenn ſie unter einerley Sehewinkel wahrgenommen werden; und umgekehrt können Gegenſtände von einerley wahrer Größe unter einer verſchiedenen wahrgenommen werden, wenn der Sehewinkel verſchiedentlich groß iſt.

Sonne und Mond können uns gleich groß erſcheinen, ohngeachtet ihre Größe ſehr verſchieden iſt, wenn der Sehewinkel, unter dem wir beide ſehen, gleich groß iſt.

Der Stundenzeiger einer Taſchenuhr ſcheint uns zu ruhen, weil ſich der Sehewinkel in kurzer Zeit nur unmerklich ändert.

Auf einem Kornfelde ſcheinen uns die Kornähren, welche weiter entfernt ſind, dichter zu ſtehen, als die näheren.

Eine lange Allee ſcheint uns am Ende ſpitzig zuzulaufen.

§. 622. Ein bloß erleuchteter Gegenſtand kann daher endlich dem Auge unſichtbar werden, wenn der Sehewinkel ſo klein wird, daß er nicht empfunden werden kann, oder wenn der Bogen deſſelben bis zu einer Größe von etwa einer Minute abnimmt. Leuchtende Gegenſtände können uns hingegen in einer noch viel weitern Entfernung ſichtbar bleiben, wobey ſie uns aber dann auch ohne bemerkbaren Durchmeſſer erſcheinen müſſen, wie die Fixſterne.

§. 623. Sonſt beurtheilen wir auch noch die wahre Größe des geſehenen Gegenſtandes aus ſeinen uns ſonſt bekannten Entfernungen, aus der ſtärkern oder ſchwächern Erleuchtung, worin er uns erſcheint, und dann auch aus dem Verhältniß ſeines

Bil-

Bildes zu den Bildern naher Gegenſtände, deren wahre Größe wir kennen.

Der hinter Bergen oder hinter Bäumen aufgehende Mond ſcheint uns größer, als wenn er höher am Horizont ſtehet.

§. 624. Die Urtheile unſerer Seele über **Entfernungen** der Dinge von uns, hängen keinesweges von den Empfindungen des Geſichts allein ab, ſondern wir erlangen die Fertigkeit, von dem, was wir ſehen, auf die Entfernungen, Größen, oder Stellen zu ſchließen, oder das **Augenmaaß**, ebenfalls durch Vergleichung der Empfindungen des Geſichts mit denen des Gefühls, und durch Erfahrungen, die wir, obgleich unvermerkt, von Jugend auf hierüber anſtellen, und wir ſind uns der Umſtände, aus denen die Vorſtellung einer wirklichen Entfernung in uns entſteht, ſelten deutlich bewußt. Ohne Erfahrungen durchs Gefühl über die Entfernung der Dinge würden wir glauben, daß die Gegenſtände dicht vor dem Auge ſtünden.

§. 625. Bey nahen Gegenſtänden ſchätzen wir die Entfernung derſelben aus der zum genauen Sehen nöthigen Veränderung des Auges, welche wir vornehmen müſſen, um auf verſchiedene Entfernungen deutlich zu ſehen, und wir urtheilen dann, daß der Gegenſtand da ſey, wo die Spitze des Lichtkegels zu ſtehen kömmt, deſſen Grundfläche die Pupille des Auges iſt. Bey entferntern Gegenſtänden ſchätzen wir die Entfernungen aus dem Winkel, den die beiden Augenachſen mit einander machen; aus der Vergleichung der uns bekannten wahren Größe derſelben mit der ſcheinbaren, in welcher wir ſie wahrneh-

nehmen; aus der größern oder geringern Helligkeit und Klarheit, worin wir ſie ſehen; aus der Deutlichkeit der kleinen Theile eines Gegenſtandes; und endlich aus der Menge anderer zwiſchen dem Gegenſtande und dem Auge befindlichen Dinge.

Hieraus erhellet leicht, warum uns das Meer vom Ufer aus geſehen, wenn wir ſonſt keine Gegenſtände, wie Schiffe, Inſeln, u. d. gl. darauf wahrnehmen, bey weitem nicht ſo weit ausgedehnt erſcheint, als diejenigen glauben, die es nicht geſehen haben.

§. 626. Wir können mit geſunden Augen Gegenſtände in verſchiedenen Entfernungen vom Auge noch deutlich wahrnehmen. Da nun das Bild eines entfernten Gegenſtandes nicht ſo weit hinter die Cryſtallinſe, die wie ein erhabenes Glas wirkt (§. 564.), fällt, als das Bild eines nähern, und das Auge doch nur dann deutlich ſieht, wenn die Spitze der Strahlenkegel oder das Bild des Gegenſtandes die Netzhaut trifft, ſo muß das Auge ein Vermögen beſitzen, ſeine Einrichtung zu ändern, und dadurch auf größere oder kleinere Weiten deutlich zu ſehen. Es muß alſo bey entferntern Gegenſtänden die Cryſtallinſe entweder nach dem Boden des Auges näher zurücktreten, oder dieſer ſich der Cryſtallinſe nähern, oder die Hornhaut flächer werden, und bey nahen Gegenſtänden das Gegentheil geſchehen können. Worin dies Vermögen beſtehe, darüber ſind die Meinungen ſehr getheilt.

§. 627. Dieſe Veränderungen finden natürlicher Weiſe ihre Gränzen, und es giebt daher für jedes Auge eine gewiſſe Weite, in der es bey ſeinem natürlichen Zuſtande deutlich ſieht. Dieſe Weite, bey der es kleinere Gegenſtände noch deutlich wahrneh-

nehmen kann (diſtantia viſionis diſtinctae), ſetzt man zwar gewöhnlich auf 12 bis 16 Zoll, allein ſie iſt bey vielen Perſonen größer oder geringer.

§. 628. Wenn die Hornhaut eines Auges zu ſehr erhaben, die Cryſtalllinſe zu convex oder zu compact, oder ihr Abſtand von der Netzhaut zu groß iſt, ſo treffen die Strahlen der Strahlenkegel von Gegenſtänden, die 10 bis 16 Zoll und drüber entfernt ſind, nach dem Brechen zu früh zuſammen, ehe ſie die Netzhaut erreichen, oder die Divergenz der Strahlen von den Strahlenkegeln dieſer Gegenſtände iſt für ein ſolches Auge zu gering, als daß der Vereinigungspunct die Netzhaut treffen ſollte. Ein ſolches Auge ſieht daher nur nahe Gegenſtände deutlich, entfernte undeutlich. Perſonen, welche dieſen Fehler haben, heißen Kurzſichtige (myopes), und die Weite, bey der ſie kleine Gegenſtände deutlich wahrnehmen, erſtreckt ſich ohngefähr nur auf 4 bis 6 Zoll. Hohlgläſer vermehren die Divergenz divergirender Strahlen (§. 571. 2.), und durch Hülfe derſelben ſehen alſo Kurzſichtige auch mehr entfernte Gegenſtände deutlich.

§. 629. Wenn hingegen das Auge ſo beſchaffen iſt, daß die Hornhaut und die Cryſtalllinſe flach, und in der Convexität vermindert iſt, oder dem Boden des Auges zu nahe liegt, ſo treffen die Strahlen der Strahlenkegel von nahen Gegenſtänden zu ſpät zuſammen, und das Bild würde erſt hinter die Netzhaut fallen. Ein ſolches Auge kann nur entfernte Gegenſtände deutlich wahrnehmen, nicht aber nahe. Diejenigen, welche dieſen Fehler der Augen haben, heißen Weitſichtige (Preſbytae), und jener entſteht ge-

gewöhnlich im Alter, wo die Säfte des Auges mehr austrocknen. Die nächſte Weite, wobey ein ſolches Auge noch deutlich ſieht, iſt höchſtens 16 Zoll; bey manchen zwey bis 3 Fuß. Da erhabene Gläſer das Vermögen haben, die Divergenz der divergirenden Strahlen der Strahlenkegel zu vermindern (§. 564.), und die Strahlen aus nahen Puncten ſo zu brechen, als ob ſie aus entfernten Puncten herkämen, ſo können Weitſichtige durch Hülfe derſelben auch nahe Gegenſtände deutlich ſehen, und ſie bedienen ſich daher zu dieſem Zwecke der Brillen.

Merkwürdig iſt was Hr. Stack von den Urſachen der Weitſichtigkeit und Kurzſichtigkeit ſagt. (Ein Verſuch, die Theorie des fehlerhaften Sehens zu verbeſſern, von J. Stack, aus den *Transact. of the royal iriſh academy. T. II.* überſ. in Grens Journ. d. Phyſ. B. IV. S. 45. ff.)

§. 630. Gegenſtände, welche ſehr klein ſind, ſehen wir auch in der gewöhnlichen, zum deutlichen Sehen erforderlichen Weite (§. 627.) nicht deutlich. Dadurch, daß wir ſie dem Auge näher bringen, würden wir zwar den Sehewinkel, unter dem wir ſie wahrnehmen, vergrößern; aber dann trifft das Bild die Netzhaut nicht mehr, und wir ſehen den Gegenſtand verwirrt und undeutlich. Ein Werkzeug, welches dazu dient, ganz kleine Gegenſtände größer, als in der gewöhnlichen Entfernung vom Auge, und doch deutlich zu ſehen, heißt ein **Mikroſkop** oder **Vergrößerungsglas** (Microſcopium, Engyſcopium).

§. 631. Jedes erhabene Glas und jede Glaskugel vergrößert der Erfahrung zufolge die Objecte, wenn wir ſie dadurch betrachten. Man bedient ſich aber vorzüglich, um ganz kleine Sachen dadurch zu be-

betrachten, kleiner, ſehr erhabener Linſen, oder kleiner Glaskügelchen, und beide heißen daher auch einfache Mikroſkope (microſcopia ſimplicia). Die Strahlen, welche von dieſen kleinen Gegenſtänden, wenn ſie nahe ans Auge gehalten werden, divergirend in daſſelbe treten würden, werden durch dieſe Vergrößerungsgläſer, wenn ſie in dem Brennpuncte derſelben liegen, nach dem Brechen parallel (§. 564.), und das Auge ſieht dadurch den ſehr genäherten Gegenſtand deutlich. Das Auge ſieht nun den Gegenſtand unter einem deſto größern Sehewinkel, und alſo auch um deſto größer (§. 621.). Ueberhaupt verhält ſich die Größe, unter welcher man Gegenſtände durch eine Vergrößerungslinſe in dem Brennpuncte derſelben erblickt, zu der Größe, in der man ſie ohne Glas deutlich erkennen kann, wie die kleinſte Entfernung, bey der man ohne Glas deutlich ſehen kann, zur Brennweite der Vergrößerungsgläſer. Da nun der Brennpunct deſto näher an das Glas kömmt, je kleiner der Durchmeſſer der Linſe wird, ſo ſieht man auch leicht ein, daß die Linſen um deſto mehr vergrößern, je kleiner der Durchmeſſer der Kugel iſt, wovon die Fläche der Linſe ein Abſchnitt iſt. Zu den ſtärkſten Vergrößerungen gebraucht man daher ganz kleine Glaskügelchen.

Es ſey LM (Fig. 117.) eine Glaslinſe von ſehr kurzer Brennweite, in deren Brennraume ein kleiner Gegenſtand ab befindlich ſey. Es iſt aus dem Vorigen (§. 564. 2.) klar, daß die divergirenden Strahlen, die von den erleuchteten Puncten des Objects ab gegen die Linſe zu gehen, durch das Brechen zu parallelen werden. Die Strahlen des Punctes a gehen alſo als parallele nach O, und die des Punctes b als parallele nach Q. Die letztern ſchneiden die erſtern unter dem Winkel QCO = aCb. Das der Linſe ſehr genäherte Auge ſieht nun die Puncte a und b deutlich, wenn es nicht kurzſich-

tig iſt, und ſo das ganze kleine Object ab. Da wir nicht gewohnt ſind, Objecte ſo nahe am Auge wahrzunehmen, und überhaupt ſo kleine ſonſt nicht deutlich ſehen, ſo beziehen wir das Object auf die Diſtanz AC, bey der wir ſonſt die Objecte deutlich zu ſehen gewohnt ſind. Da nun das Object AB in der Entfernung CA dem bloßen Auge unter eben dem Sehewinkel erſcheinen würde, ſo ſchreiben wir dem Objecte ab die Größe AB zu. Es iſt alſo die Größe des ſcheinbaren Durchmeſſers des Objects durchs Mikroſkop zu der Größe deſſelben ohne Mikroſkop, wie die Weite, bey der jemand deutlich ſieht, zur Brennweite der Linſe. Weil nemlich die Dreyecke aCb und ACB ähnlich ſind, ſo iſt AB : ab = AC : ac.

Man findet nach dem hier Erwähnten die Stärke der Vergrößerungen, wenn man die Entfernung, bey der man kleine Gegenſtände deutlich wahrnehmen kann, durch die Brennweite des Vergrößerungsglaſes dividirt. Wenn z. B. ein Auge in der Entfernung von 10 Zoll deutlich ſieht, ſo iſt die Vergrößerung des ſcheinbaren Durchmeſſers eines Objects, das man durch ein Vergrößerungsglas von 1 Linie Brennweite betrachtet, 120 mal, folglich die Vergrößerung des Flächenraums 14400 mal.

§. 632. Um die Gegenſtände in den erforderlichen Entfernungen an ein ſolches Vergrößerungsglas bequem zu bringen und dadurch zu betrachten, und ſie auch gehörig zu erleuchten, hat man mehrerley Vorrichtungen ausgedacht. Wir bemerken hier nur beſonders das einfache **Wilſonſche** [1]) oder **Lieberkühnſche Mikroſkop**, und das **Mikroſkop mit dem Erleuchtungsſpiegel** [2]).

1) Gehlers phyſik. Wörterb. Th. III. S. 221.

2) *Muſchenbroeck* introd. ad philoſ. nat. T. II. Tab. XLV. Fig. 3.

§. 633. Sonſt hat man auch **zuſammengeſetzte Mikroſkope** (microſcopia compoſita), die aus mehrern Linſen beſtehen, durch welche man nicht den Gegenſtand ſelbſt, ſondern das Bild deſſelben umgekehrt und vergrößert ſieht. Der Gegenſtand er-

erhält entweder durch einen Hohlſpiegel oder durch ein convexes Glas Erleuchtung. Wir merken hier das Cuffiſche Mikroſkop.

Es ſey (Fig. 118.) ein kleines Object acb etwas weiter, als die Brennweite der mikroſkopiſchen Linſe LM beträgt, von derſelben in der gehörigen Erleuchtung geſtellt. In dieſem Falle werden die divergirenden Strahlen der Puncte a, c, b durch die Brechung zu convergirenden (§. 564. 3.) und zwar werden ſie deſto ſpäter zuſammenlaufen, je näher ſie dem Brennpuncte der Linſe LM ſind. BCA iſt hiernach das Bild des Objects, und ſteht gegen daſſelbe verkehrt. Wenn nun noch in FE eine größere convexe Linſe iſt, deren Brennpunct mit dem Bilde BCA zuſammenfällt, ſo werden die von B, C und H ausfahrenden divergirenden Strahlen durch das Brechen zu parallelen (§. 564. 2.), und ſchneiden ſich in O. Iſt hier in O das Auge, ſo ſieht es das umgekehrte Bild BCA des Objects acb deutlich, unter dem Winkel BDA. Dieſer verhält ſich zu dem Sehewinkel, unter dem das Object ohne Mikroſkop geſehen werden würde, wie die Diſtanz des Bildes BA von der Linſe LM, zur Brennweite CD der Linſe FE.

Damit aber die Länge dieſes Mikroſkops kürzer und zugleich das Geſichtsfeld größer werde, wird zwiſchen LM und FE noch eine convexe Linſe angebracht, und das Mikroſkop wird alſo aus drey Linſen zuſammengeſetzt. Es ſey (Fig. 119.) ein kleines Object AB, das von der kleinen mikroſkopiſchen Linſe KEC weiter abſteht, als die Brennweite derſelben beträgt. Die divergirenden Strahlen der Puncte B und A werden ſolchergeſtalt durch das Brechen in die Linſe KEC zu convergirenden. Ehe aber die convergirenden Strahlen s, r, t, und Z, K, V der Puncte B und A ſich ſchneiden, und das Bild machen, treffen ſie auf die größere convexe Linſe GH (das Collectivglas) und werden dadurch früher convergirend (§. 564.) in d und f, wo ſie das umgekehrte Bild fd des Objects BA machen, von da als divergirende fkq und dpn auf die Linſe n (das Ocular) fallen, die um die Brennweite von dem Bilde fd entfernt ſteht. Durch das Brechen in dieſer Linſe werden ſie nun zu parallelen, und das Auge in O ſieht dadurch das Bild fd des Objects BA deutlich, und vergrößert unter dem Winkel aOp.

Um die Linſen dieſes zuſammengeſetzten Mikroſkops gehörig zu ſtellen, den Gegenſtand gegen das Inſtrument richtig zu ordnen, zu behandeln, und gehörig zu erleuchten, ſehe man *Baker* Employment for the

mi-

microſcope, Lond. 1752. 8. Beyträge zum Gebrauch und Verbeſſerung des Mikroſkops, a. d. Engl. Augsburg 1754. 8. Brander Beſchreibung zweyer zuſammengeſetzten Mikroſkope, Augsb. 1769. 8.

§. 634. Werkzeuge aus zuſammen verbundenen Linſen, oder auch Spiegeln mit Linſen, welche dazu dienen, entfernte Gegenſtände, die man durchs bloße Geſicht nicht deutlich ſehen kann, klar und deutlich wahrzunehmen, heißen **Fernröhre, Teleſcope** (teleſcopia, tubae opticae). Man kann ſie überhaupt in zwey Gattungen, 1) in **dioptriſche**, und 2) in **catadioptriſche** eintheilen.

§. 635. Die dioptriſchen Fernröhre beſtehen aus verſchiedenen Glaslinſen, welche in einem Rohre einander näher gebracht oder von einander mehr entfernt werden können. Dieſe Linſen ſelbſt führen verſchiedene Namen. 1) Das **Objectivglas** oder **Vorderglas** iſt dasjenige, was ſich an dem äußerſten Ende des Rohrs befindet, und dem zu betrachtenden Gegenſtande zunächſt zugerichtet iſt. Es iſt allemal convex und hat auch einen größern Brennraum, als die übrigen Linſen. 2) Die **Augengläſer** oder **Ocularglåſer**, deren Stelle an dem andern Ende des Rohres, und dem Auge zugerichtet ſind. Ihr wahrer oder eingebildeter Brennpunct iſt immer kürzer, als der des Objectivglaſes. Das Rohr, worin man dieſe Gläſer befeſtigt, überzieht man inwendig mit einer ſchwarzen Farbe; und giebt dem Objectivglaſe **Bedeckungen**, um dadurch die Undeutlichkeit des Bildes, welche von der Abweichung der Strahlen wegen der Geſtalt des Glaſes (§. 566.) entſteht, zu verhüten; zu eben dieſer Abſicht dienen auch für die Augengläſer die **Blendungen** in den Röhren.

§. 636.

§. 636. Die erſtere und älteſte Art dieſer dioptriſchen Fernröhre iſt das **Holländiſche** oder **Galileiſche Fernrohr**. Es beſtehet aus einem convexen Objective, und einem concaven Ocularglaſe, die auf einerley Achſe ſo geſtellt ſind, daß der eingebildete Brennpunct des letztern mit dem wahren Brennpuncte des erſtern zuſammentrifft. Die Entfernung der Linſen von einander iſt folglich der Differenz ihrer Brennweite gleich. Gegenſtände durch dies Fernrohr betrachtet, erſcheinen gerade, und unter einem größern Sehewinkel; eigentlich ſo vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglaſes enthalten iſt. Wegen des geringen Geſichtsfeldes, oder des geringen Raumes, den man durch dies Fernrohr überſehen kann, und wegen der Unbequemlichkeit, daß man das Auge dicht an das Ocular legen muß, gebraucht man es jetzt nur noch zu Taſchenperſpectiven.

Es ſey (Fig. 120.) das convexe Objectivglas MN mit dem biconcaven Oculare PQ auf einerley Achſe ſo geſtellt, daß der Focus des erſtern Do mit dem Focus des letztern Ko zuſammenfalle. Es ſey das Objectivglas einem ſehr entfernten Objecte zugerichtet, ſo daß die von den äußerſten Puncten O und B des letztern auf das Objectiv fahrenden divergirenden Strahlen als parallele anzuſehen ſind, und ſich daher in Strahlencylinder verwandeln. Die Achſe A des Strahlencylinders O ſtehe ſenkrecht auf MN und PQ, ſo geht der Strahl, der dieſe Achſe vorſtellt, ungebrochen durch beide Gläſer, und iſt ADo. Die damit parallelen Strahlen dieſes Strahlencylinders O werden durch die Brechung in MN zu convergirenden, und würden ohne PQ in o zuſammentreffen, durch die Brechung in PQ aber werden ſie zu parallelen (§. 571.). Von dem untern Puncte B des Objects geht eben ſo ein Strahlencylinder BD nach dem Objectivglaſe MN, und die durch die Brechung in demſelben convergirend gemachten Strahlen deſſelben werden durch die Brechung in PQ zu parallelen. Was von dieſen Strahlencylindern O und B gilt, gilt von allen den Strahlency-

cylindern der übrigen zwiſchen O und B befindlichen Puncte des Objects, die auf das Objectivglas fallen. Wenn daher das Auge dicht hinter dem Oculare PQ iſt, ſo wird es die Puncte A und B, und ſo die übrigen dazwiſchen, deutlich ſehen; denn die parallelen Strahlen Cb und Ko werden durch die Brechung im Auge ein Bild der Puncte b und o auf der Netzhaut machen, das eben ſo gegen das Object verkehrt ſteht, als es ohne die Gläſer durch die Brechung im Auge allein ſtehen würde. Das Auge ſieht alſo den Gegenſtand aufrecht, wie natürlich, und ſieht ihn unter dem Winkel bKo, unter dem die Achſen der durch die Brechung im Auge gebildeten Strahlenkegel geneigt ſind. Wenn das Auge in D wäre, ſo würde es den Gegenſtand OE ohne das Teleſcop unter dem Winkel ADB = bDo wahrnehmen. Wegen Kleinheit der Winkel bKo, bDo können wir annehmen, daß ihre Sinus von den Bogen, die ſie meſſen, ſelbſt nicht merklich verſchieden ſind; wir können alſo bo als einen Bogen anſehen, der den Winkel bKo, deſſen Sinus totus oK iſt, und zugleich den Winkel bDo mißt, deſſen Sinus totus oD iſt. Da die Winkel ſich verhalten wie die ihnen zugehörigen Bogen, und umgekehrt wie der Sinus totus derſelben, ſo iſt $bKo : bDo = \frac{bo}{oK} : \frac{bo}{OD} = oD : oK$. Da nun oD, oK die reſpectiven Brennweiten des Objectivglaſes und des Oculars vorſtellen, ſo verhält ſich demnach der Winkel bKo, oder die ſcheinbare Größe, unter der das Object durchs Teleſcop wahrgenommen wird, zu dem Winkel bDo = ADB, oder zu der ſcheinbaren Größe, unter der das Object ohne das Teleſcop wahrgenommen wird, wie die Brennweite oD des Objectivglaſes zur Brennweite oK des Oculars; oder das Object erſcheint im Durchmeſſer ſo viele male vergrößert, als oK in oD enthalten iſt.

Seberſeri inſtitut. phyſ. P. II. S. 245.

§ 637. Eine zweyte Art iſt das **Keplerſche Sternrohr** (tubus aſtronomicus), in welchem ein convexes Augenglas mit einem convexen Objective von einer längern Brennweite ſo zuſammengeſetzt iſt, daß ihre Entfernung von einander der Summe ihrer Brennweite gleich iſt. Der Gegenſtand erſcheint

da-

dadurch verkehrt, und man ſieht eigentlich durch das Ocular nicht den Gegenſtand ſelbſt, ſondern das Bild davon in dem Rohre vor dem Ocular. Dies Fernrohr hat ein weit größeres Geſichtsfeld, als das vorige, und man bedient ſich deſſelben zum aſtronomiſchen Gebrauch. Man ſieht die Gegenſtände dadurch ſo oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglaſes enthalten iſt.

Es ſeyn (Fig. 121.) MN ein biconvexes Objectivglas, und PQ ein biconvexes Ocular von einer kürzern Brennweite, auf einerley Achſe ſo geſtellt, daß ſie um die Summe ihrer reſpectiven Brennweiten Do + Ko von einander entfernt ſind. Es ſey hier ebenfalls das Object ſo weit entfernt, daß die von ſeinen ſichtbaren Puncten kommenden divergirenden Strahlen als parallele anzuſehen ſind. O und B ſeyen der oberſte und unterſte Punct des Objects, und AD und BD die Achſen der davon auf das Objectivglas MN fallenden Strahlencylinder. Die reſpectiven Strahlen dieſer Strahlencylinder werden durch die Brechung in MN zu convergirenden, laufen im Brennpuncte des Glaſes MN zuſammen, und machen alſo in bo das umgekehrte Bild des Gegenſtandes AB. Da oK zu gleicher Zeit die Brennweite der Linſe PQ iſt, ſo werden die in b und o wieder divergirend auslaufenden Strahlen durch die Brechung in der Linſe zu parallelen, die ſich nachher wieder unter dem Winkel PFK = bKo ſchneiden. Das in F befindliche Auge ſieht nun nicht den Gegenſtand ſelbſt, ſondern das Bild des Gegenſtandes, und zwar unter dem Winkel bKo. Wenn wir nun wieder wie vorher (§. 636. Anm.) bo für den Bogen nehmen, ſo folgt, daß ſich der Winkel bKo, unter dem das Bild des Gegenſtandes vermittelſt des Perſpectivs geſehen wird, zu bDo (= ADB), unter dem das Object AB von dem bloßen Auge in D geſehen werden würde, verhalten wie Do : Ko, d. i., wie die Brennweite des Objectivs zur Brennweite des Oculars; oder daß der Gegenſtand ſo viele male vergrößert erſcheint, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglaſes enthalten iſt.

Da das Bild, welches das Auge durch dies Fernrohr wahrnimmt, gegen den Gegenſtand, mit dem bloßen Auge geſehen, eine umgekehrte Lage hat, ſo

ſieht man leicht, daß man die Gegenſtände durch dies Fernrohr verkehrt wahrnehmen müſſe.

§. 638. Die dritte und gewöhnlichſte Art iſt das Erdrohr (tubus terreſtris), deſſen Erfindung dem Pater Rheita zugeſchrieben wird. Es beſteht gewöhnlich aus drey convexen Ocularglaͤſern von kurzer Brennweite, und einem convexen Objective von längerer Brennweite. Die Entfernung des Objectivglaſes vom nächſten Oculare iſt der Summe ihrer Brennweiten gleich, und auch ſo die Entfernung der Oculare von einander. Man ſieht den Gegenſtand durch dies Erdrohr aufrechts, und eigentlich wird das verkehrte Bild des Gegenſtandes, das man beym Sternrohr ſieht (§. 637.), durch das zwente Ocular wieder aufrechts gebracht. Die Vergrößerung iſt wie bey dem Sternrohre, und kann größer werden, wenn man dem zweyten Ocularglaſe eine größere Brennweite giebt, als dem erſten. Man hat auch Erdröhre mit fünf Augengläſern.

Wenn zu den Gläſern MN und PQ des Sternrohres (Fig. 121.) noch zwey andere biconvexe RS und TV (Fig. 122.) ſo gefügt werden, daß dieſe letztern um die Summe ihrer Brennweiten von einander abſtehen, ſo werden die parallelen Strahlen, die aus PQ herausfahren, und ſich in F ſchneiden, durch die Brechung in RS wieder zu convergirenden, und in der Brennweite von RS das Bild $\omega\beta$ hervorbringen, das gegen das in bo verkehrt, und alſo wiederum ſo, wie der Gegenſtand, ſteht. Da die von ω und β divergirend auf TV fallenden Strahlen aus dem Brennraume dieſer Linſe kommen, ſo werden ſie wieder zu parallelen, und das Auge ſieht dadurch das Bild $\omega\beta$ des Gegenſtandes OB deutlich, und zwar in derſelben Stellung, als den Gegenſtand.

§. 639. Kurzſichtige müſſen bey allen dieſen Fernröhren die Ocularglaͤſer dem Objective näher brin-

bringen, um die ſonſt parallel auslaufenden Strahlen als divergirend auf das Auge zu empfangen.

§. 640. Außer der Unvollkommenheit, welche dieſe Werkzeuge durch die Abweichungen der Strahlen wegen des Glaſes (§. 566. 635.) erhalten, beſitzen ſie eine noch weit erheblichere, die von der verſchiedenen Brechbarkeit der Strahlen herrührt, und welche zur Folge hat, daß das Bild des Objectes mit farbigten Rändern, und überhaupt undeutlich erſcheint. Man ſuchte ſonſt dieſen Fehler dadurch zu vermindern, daß man Objective von ſehr langen Brennweiten anwendete, und mußte deswegen die Fernröhre ſehr lang machen; allein die Undeutlichkeit wird demohngeachtet dadurch nicht gänzlich gehoben.

§. 641. Im Jahr 1747 kam Euler auf den Gedanken, den Fehler der dioptriſchen Fernröhre, der von der Abweichung der Strahlen wegen ihrer verſchiedenen Brechbarkeit herrührt, dadurch zu heben, daß man das Objectiv aus zweyerley durchſichtigen Materien zuſammenſetze, welche das Licht nicht auf einerley Art brächen, ſo daß die eine die farbigten Strahlen wieder vereinigte, welche die andere trennte. Newton hatte dieſen Fehler für unverbeſſerlich gehalten, und deshalb die nachher anzuführenden reflectirenden Teleſcope angegeben. Johann Dollond behauptete zwar erſt den Newtoniſchen Satz gegen Eulern; allein er fand nachher doch, nachdem beſonders Klingenſtierna Newtons Satz näher geprüft hatte, daß er geirrt habe, und war der erſte, der ein farbenloſes oder achromatiſches Fernrohr zu Stande brachte. Die Einrichtun-

tungen dieſer Fernröhre hat nachher theils er ſelbſt, theils ſein Sohn anſehnlich verbeſſert, und ſie führen auch noch nach ihm den Namen der Dollondſchen Fernröhre.

Iſ. Newton Optice L. I. P. II. pr. 83. S. 106. Sur la perfection des verres objectifs des Lunettes, par Mr. *Euler*; in den *Mem. de l'Acad. roy. des ſciences de Pruſſe*, 1747. S. 274. Anmerkung über das Geſetz der Brechung der Lichtſtrahlen von verſchiedener Art, wenn ſie durch ein durchſichtiges Mittel in verſchiedene andere übergehen, von Sam. Klingenſtierna; in den ſchwed. Abhandl. vom J. 1754. S. 300. An account of ſome experiments concerning the different refrangibility of light, by *John Dollond*, in den *philoſophic. Tranſact. Vol. L.* S. 733.

§. 642. Die weſentliche Einrichtung dieſer achromatiſchen Fernröhre iſt, daß das Objectiv aus zwey ganz nahe zuſammengeſtellten Linſen von ſogenanntem Crownglaſe und Flintglaſe zuſammengeſetzt wird; dieſes zerſtreuet die Strahlen ungleich ſtärker als jenes. Hinter die convexe Linſe nemlich aus Crownglas wird eine concave Linſe aus Flintglas geſetzt, und dadurch die im erſten entſtandenen Abſonderungen der Strahlen wieder gehoben. Man macht das Objectiv auch noch vollkommener dreyfach, aus zwey convexen Linſen aus Crownglaſe und einer dazwiſchen befindlichen biconcaven aus Flintglaſe. Dieſe Objective vertragen eine weit ſtärkere Vergrößerung, als die einfachen, und brauchen eine viel kürzere Brennweite zu haben. Das Flintglas hat ſeine ſtarke zerſtreuende Kraft vorzüglich vom beygemiſchten Bleykalk; nur hält es ſchwer, dies Glas vollkommen klar und ohne Streifen und Wellen zu erhalten.

Von der Theorie der achromatiſchen Fernröhre ſehe man: Mémoire ſur les moyens de perfectionner les lunettes

tes d' approche par l' uſage d' objectifs compoſés de pluſieurs matières differemment refringantes, par Mr. *Clairaut*, in den *Mém. de l'acad roy. des ſc.* 1756. S. 380. Second mémoire, ebendaſ. 1757. S. 524. *S. m. Klingenſtierna* tentamina de definiendis et corrigendis aberrationibus luminis in lentibus ſphaericis refracti, et de perficiendo teleſcopio dioptrico. Petrop. 1762. gr. 4. Nik. Fuß umſtändliche Anweiſung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen ſind, a. d. Franz. von Geo. Sim. Klügel. Leipz. 1778. 4.

§. 643. Da das von Spiegelflächen zurückſtrahlende weiße Licht nicht in Farben zerſtreuet wird, und alſo dadurch nicht die erwähnte Undeutlichkeit des Bildes entſteht, ſo veranlaßte dies Newton, den Gedanken, den ſchon Jacob Gregory, und vielleicht noch früher Merſenne gehabt hatte, anſtatt des Objectivglaſes im Fernrohre einen Hohlſpiegel zu gebrauchen, beſonders zu benutzen. Dieſe Art der Fernröhre (§. 634.) führt den Namen der Spiegelteleſcope (tubi reflectentes).

§. 644. Die erſte Art, das Newtoniſche Spiegelteleſcop (tubus Newtonianus) beſteht aus einem Hohlſpiegel, der in einem Rohre ſo eingeſetzt iſt, daß das andere Ende deſſelben der Spiegelfläche gegenüber offen iſt, welches nach dem Gegenſtande zugerichtet wird. Die Axe des Spiegels fällt mit der Axe des Rohrs zuſammen. Die vom Hohlſpiegel convergirend zurückprallenden Strahlen werden von einem kleinen Planſpiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen die Axe des Rohrs befeſtigt iſt, noch ehe ſie in dem Brennpuncte zuſammentreffen, aufgefangen, und von demſelben nun nach einer auf der Axe des Rohrs ſenkrechten Richtung nach dem zur Seite in dem Rohre befindlichen Oculare zu-

rück-

rückgeworfen, in deſſen Brennpuncte ſie ſich vereinigen und ein Bild machen. Weil man dieſerhalb zur Seite in das Fernrohr hineinſieht, ſo iſt auswendig mit der Axe deſſelben parallel ein kleines Fernrohr, der **Finder**, durch welches man erſt den zu betrachtenden Gegenſtand ſucht. Durch dies Newtoniſche Spiegelteleſcop ſieht man den Gegenſtand verkehrt, und ſo vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlſpiegels enthalten iſt.

In dem Rohre GHIN (Fig. 123.), das bey GN offen und bey HI verſchloſſen iſt, ſteht der ſphäriſche Hohlſpiegel DC. Es ſey die Mündung GN des Rohrs einem Gegenſtande zugerichtet, der ſo weit entfernt iſt, daß die von einzelnen Puncten kommende divergirende Strahlen als parallele anzuſehen ſind. So kommen nun von des Objectes oberſtem Puncte der Strahlencylinder OO, und von dem unterſten der Strahlencylinder BB. Die auf den Spiegel fallenden Strahlen OD, OC würden durch Reflexion das Bild des Punctes O in o in des Spiegels Achſe machen, und die Strahlen BD und BC das Bild des Punctes B in b. Allein ehe ſie zu einem Bilde zuſammentreffen, werden ſie von dem unter einem Winkel von 45° gegen die Achſe des Spiegels geneigten kleinen Planſpiegel TV aufgefangen, und nach dem Seitenrohre SR zugeworfen. Da hierbey die Convergenz der Strahlen nicht vermehrt und vermindert wird, ſo kömmt die Spitze b des Strahlenkegels DbC nach β, und die Spitze o des Strahlenkegels DoC nach ω, und $\omega\beta$ iſt alſo das Bild des entfernten Gegenſtandes OB. Die von ω, β, ausfahrenden divergirenden treffen auf die convexe Linſe t, und werden durch die Brechung darin zu parallelen, und ſchneiden ſich als ſolche in K. Das Auge in K ſieht alſo das Bild des Gegenſtandes deutlich, und zwar unter dem Sehewinkel $\beta t\omega$ = bto.

Wenn nun das Auge in D wäre, ſo würde es den Gegenſtand für ſich unter dem Winkel ODB = bDo wahrnehmen. Wenn wir wie bey den vorigen Arten der Fernröhre bo für einen Bogen nehmen, der den Winkel bDo und bto mißt, ſo iſt bto : bDo = $\frac{bo}{to}$; $\frac{bo}{Do}$ = Do : to = Do : tω. Der Sehewinkel vom Bilde $\omega\beta$ verhält ſich demnach zum Sehewinkel des Ge-

Gegenſtandes OB mit bloßen Augen betrachtet, wie die Brennweite DO des Hohlſpiegels zur Brennweite tω des Oculars; oder der Gegenſtand wird ſo viele male vergrößert wahrgenommen, als die Brennweite des Oculars in der des Hohlſpiegels enthalten iſt.

Da nähere Gegenſtände einen längern, weitere einen kürzern Focum haben, ſo müſſen der kleine Planſpiegel TV und das Ocular einander mehr genähert oder von einander mehr entfernt werden können.

Uebrigens ſieht man leicht, warum man in dieſem Teleſcop den Gegenſtand verkehrt wahrnehmen müſſe.

Newton optice S. 90.

§. 645. Bequemer für irdiſche Gegenſtände iſt die zweyte Art, das **Gregoryſche Spiegelteleſcop** (tubus Gregoryanus), dem Dr. **Hook** beſonders dieſe Einrichtung gegeben hat. Es iſt nemlich, wie bey dem vorigen (§. 644.) ein Hohlſpiegel in dem Rohre befeſtigt, der in der Mitte eine runde Oeffnung hat. Die von demſelben convergirend zurückprallende Strahlen werden von einem viel kleinern Hohlſpiegel, der in einer der Summe der Brennweiten beider Spiegel gleichen Entfernung in der Axe der Röhre befeſtigt iſt, aufgefangen, und als parallele durch die Oeffnung des größern Spiegels nach dem erſtern Ocular zugeworfen, durch welches das umgekehrte Bild des Gegenſtandes wieder aufrecht gebracht, und durch das zweyte Ocular in dieſer Stellung geſehen wird. Dies Teleſcop hat alſo Aehnlichkeit mit dem dioptriſchen Erdrohre (§. 683.).

In dem Rohre GHNI (Fig. 124.) ſey der in der Mitte mit einer kreisrunden Oeffnung verſehene Hohlſpiegel DC befindlich. Er reflectirt die Strahlen OD, OC, die von einem obern Puncte des ſehr entfernten Objects kommen, und die Strahlen BD, BC, die von des Objects unterſtem Puncte kommen, dergeſtalt, daß das umgekehrte Bild ob des Objects OB hervorgebracht wird. In dem Rohre iſt ein anderer kleiner Hohlſpiegel TV. Iſt dieſer vom Bilde bo nicht ſo weit ent-

entfernt, als die Brennweite deſſelben beträgt, ſo werden die von bo ausgehenden divergirenden Strahlen von ihm als convergirend zurückgeworfen, und machen wiederum ein Bild in ωβ, das einerley Stellung mit dem Objecte hat. Die von ωβ divergirend ausfahrenden Strahlen werden durch die Brechung in der converen Linſe LM zu parallelen und durchkreuzen ſich als ſolche in K, wo ſie das Auge empfängt, und dadurch das Bild ωβ deutlich ſieht.

Wenn der kleine Hohlſpiegel TV um ſeine Brennweite von bo abſteht, ſo werden die davon zurückgeworfenen Strahlen zu parallelen, und durch die Brechung in der Linſe LM zu convergirenden. Sie machen hier ein Bild des Gegenſtandes, das mit ihm einerley Stellung hat. Treffen nun die divergirenden Strahlen dieſes Bildes wieder auf eine zweyte erhabene Linſe, die von der vorigen um die Summe der Brennweiten abſteht, ſo werden ſie dadurch zu parallelen, und das Auge ſieht dadurch, wie beym Erdrohr, das Bild deutlich.

Iac. Gregorii optica promota. Lond. 1663. 4.

§. 646. Die dritte Art dieſer catoptrico-dioptriſchen Fernröhre iſt das **Caſſegrainſche Spiegelteleſcop**, das dem Gregoryaniſchen (§. 645.) ganz ähnlich iſt, nur daß die vom größern Spiegel convergirend reflectirten Strahlen ſtatt eines Hohlſpiegels von einem kleinen erhabenen Spiegel reflectirt werden, noch ehe ſie in ihrem Brennpunct zuſammenkommen, und zwiſchen beiden ein verkehrt liegendes Bild durch das convexe Ocularglas geſehen wird.

§. 647. Die Spiegelteleſcope waren vorzüglich beliebt, ehe die achromatiſchen Fernröhre erfunden waren. Sie können weit kürzer ſeyn, als ein gemeines dioptriſches von gleicher Güte. Aber ihre Spiegel müſſen auch mit außerordentlicher Genauigkeit gearbeitet werden, und laufen an der Luft leicht an und werden unſcheinbar. Gläſerne Spie-

gel kann man wegen der doppelten Bilder, die ſie machen, nicht gut dazu brauchen. Die Platina würde auch hier wieder die entſchiedenſten Vorzüge haben. Hr. Herſchel hat die Spiegelteleſcope zu einem ganz außerordentlichen Grade der Vollkommenheit gebracht, und er und Hr. Schröter haben dadurch Entdeckungen gemacht, die für die Aſtronomie Epoche ſeyn werden.

Nachrichten von dem großen Herſchelſchen Spiegelteleſcope ſehe man: in Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. B. V. St. 1. S. 108.; Bodens aſtronom. Jahrb. 1790.; Gehlers phyſ. Wörterb. Th. IV. S. 148.

Fixirtes Licht.

§. 648. Bisher haben wir die Materie des Lichts in ihrem freyen Zuſtande als ſtrahlende Flüſſigkeit betrachtet; jetzt iſt noch übrig, auf ihre Bindung und chemiſche Vereinigung mit andern Stoffen Rückſicht zu nehmen. Schon mehrere im Vorhergehenden angeführte Erfahrungsſätze, beſonders bey der Lehre von den Farben, berechtigen zu dem Schluſſe, daß das freye und bewegte Licht von den Körpern gewiſſermaßen eingeſogen und ſo aufgenommen werden könne, daß es alle ſeine Strahlung, und folglich alle ſeine Expanſibilität verliert, und ſolchergeſtalt nicht mehr fähig iſt, das Organ des Geſichtes zu rühren. Dieſe Behauptung wird dadurch, wie mich dünkt, außer allen Zweifel geſetzt, daß wir im Stande ſind, unter gewiſſen Umſtänden aus unzähligen Körpern Licht zu entwickeln und hervorzubringen.

§. 649. Die Umſtände, unter welchen das Licht aus Körpern entwickelt wird, die ſonſt an ſich den Zuſtand der Helligkeit nicht hervorbringen, und in denen es alſo vorher gebunden und figirt ſeyn mußte, ſind das **Verbrennen** der verbrennlichen Körper, die **Electricität**, und endlich das **Erhitzen**. Da alle Körper, die wir kennen, unter dieſen Umſtänden mehr oder weniger Licht von ſich geben, das wenigſtens im Dunkeln, wo kein anderweitiges ſtärkeres Licht unſer Geſicht afficirt, wahrzunehmen iſt, ſo ſchließe ich, daß alle Körper mehr oder minder das Vermögen beſitzen, das Licht zu figiren, zu binden, und ihm die Expanſivkraft zu rauben.

§. 650. Alles **Leuchten** irdiſcher Körper gehört zu einer der angeführten drey Arten. Da von dem **Verbrennen** und der **Electricität** in der Folge in eigenen Abſchnitten gehandelt werden wird, ſo bemerke ich hier bloß, daß das Licht in Vereinigung mit der Materie der Wärme durch die Figirung in den verbrennlichen Körpern den **Brennſtoff** (Phlogiſton) bildet; in der **electriſchen Materie** aber mit einer noch unbekannten Subſtanz in Zuſammenſetzung getreten iſt, und dadurch Modificationen erlitten hat, denen zu Folge es andere Geſetze bey ſeiner Ausbreitung befolgt. Solchergeſtalt wird das Licht das vorzüglichſte Agens in der Natur, das durch ſeinen Beytritt die Verhältniſſe anderer Grundſtoffe mannigfaltig abändert, und das bey der Bildung und Zerſtörung unzähliger Weſen bald frey, bald gebunden wird. Die Nothwendigkeit des Lichtes zum Gedeihen der Gewächſe, die Verbrennlichkeit aller Körper und aller ihrer nähern Beſtandtheile in dieſem unermeßlichen Reiche der Natur; die Nothwendigkeit des Lich-

tes

tes zur Bildung der mehreſten, wo nicht aller, luftförmigen Stoffe; der Uebergang der Kalke der edlen Metalle und des Queckſilbers im Glühefeuer zu reguliniſchen, d. i. Brennbarhaltigen, folglich Lichtführenden Metallen; die Verwandlung des weißen Silberkalks in luftleeren gläſernen Gefäßen, auch unter dem Waſſer, in ſchwarzen und phlogiſtiſirten Kalk durchs Sonnenlicht, und das Weißbleiben deſſelben im Dunkeln; die Veränderung der Farbe der Beſtucheſichen Nerventinctur oder der eiſenhaltigen Naphtha im Sonnenſcheine und im Schatten; die Phlogiſtiſirung der Salpeterſäure im Sonnenlichte, und mehrere dergleichen Phänomene beweiſen die Fähigkeit der Lichtmaterie, durch ihre Affinität mit anderer Materie den Zuſtand ihrer Strahlung zu verlieren, und zum chemiſchen Beſtandtheil derſelben zu werden. Ehedem zweifelte man weniger daran, daß das Licht von Körpern figirt werden könne, als jetzt, da Hr. Lavoiſier den Brennſtoff der verbrennlichen Körper aus der Reihe der Weſen zu verbannen bemüht geweſen iſt, und die Quelle des Lichts beym Verbrennen nicht in die verbrennlichen Körper, ſondern bloß und allein in die reſpirable Luft geſetzt hat. Es würde hieraus folgen, daß nur das vermeinte Oxygen, und zwar nur im gasförmigen Zuſtande, als Lebensluft, das Vermögen beſäße, die Lichtmaterie zu verſchlucken, und zu figiren; eine Folge, wodurch allein ſchon die Ungereimtheit des antiphlogiſtiſchen Syſtems ſich offenbart.

Vergl. mit §. 467.

§. 651. Das Leuchten der **Phosphoren**, oder die Phosphorenz verſchiedener Körper, iſt bey den meh-

mehreſten ein ſchwaches Verbrennen, bey andern Electricität. Selbſt das Leuchten, das viele ſonſt unverbrennliche Körper, bey der durch Mittheilung oder durch Reiben hervorgebrachten Erhitzung, nach Hrn. Wedgwood zeigen, kann zu den Phänomenen des Verbrennens gerechnet, und von dem Brennſtoff hergeleitet werden, den auch dieſe Körper, wiewohl in weit geringerer Menge, als die eigentlich brennbaren Subſtanzen, enthalten. Denn es iſt noch nicht erwieſen, daß zur Entwickelung des Lichts aus Brennſtoff die reſpirabele Luft abſolut nothwendig ſey. Bey der Erhitzung wird nun das den Körpern inhärirende und von ihm eingeſogene Licht durch ſeine Affinität zum Wärmeſtoff wieder frey, expanſiv, und ſtrahlend, wodurch es dann wieder das Organ unſeres Geſichts afficiren oder den Zuſtand der Helligkeit hervorbringen kann. Bey der ehemaligen Meinung, daß die Körper das Licht, was ſie am Tage oder durchs Glühen eingeſogen hätten, im Dunkeln wieder von ſich gäben, ſchreibt man doch offenbar der Dunkelheit, die doch nur etwas Negatives iſt, ein Vermögen oder eine Kraft zu, das gebundene Licht wieder von ſeinen Banden zu befreyen.

Ueber das Leuchten verſchiedener Körper beym Erhitzen oder Aneinanderreiben, von Joſ. Wedgwood; in Grens Journal der Phyſ. B. VII. S. 45.

§. 652. Zu den merkwürdigſten Phosphoren, deren Leuchten im Dunkeln entweder ein ſchwaches Verbrennen iſt, oder auch durch die beym Reiben hervorgebrachte Erhitzung entwickelt wird, gehören:

1) Der Schwerſpath, oder Bologneſer Stein, nach Cascariolo's Erfindung, wenn er zwiſchen Kohlen geglühet worden iſt.

S.

S. mein Handbuch der Chemie, Th. I. §. 714.

2) Der Kunkelſche Phosphorus, in einer Temperatur unter 76° Fahrenh.

3) Hombergs Phosphorus, aus Salzſäure und Kalkerde.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. §. 965.

4) Balduins Phosphorus, aus Kreide und Salpeterſäure.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. §. 849.

5) Cantons Phosphorus, aus Schwefel und Auſterſchaalen.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. §. 781.

6) Marggrafs Leuchtſteine aus Gyps.

S. mein Handbuch der Chemie, Th. I. §. 675. 714.

7) Der Flußſpath, wenn er erwärmt worden iſt, die phosphoreſcirende Blende, die friſchbereiteten Zinkblumen, und endlich eine ſehr große Anzahl anderer Körper, die Hr. Wedgwood verſucht hat.

S. Wedgwood's vorher angeführte Abhandlung.

§. 653. Wenn die Expanſivkraft des Lichtes durch die Figirung deſſelben in den Körpern, vermöge der Cohärenz mit ihrer Materie, ruhend gemacht und gewiſſermaßen aufgehoben wird, ſo muß auch dadurch die oben (§. 343. 344.) angeführte Wirkung auf die Schwerkraft der mit dem Lichte verbundenen ſchweren Stoffe eintreten. Und in der That lehrt die Erfahrung, daß durch die Figirung des Lichts zum Brennſtoff in den Körpern ohne Ausnahme das Gewicht der Maſſe abnimmt, und nach der Ausſchei-

dung

dung des Brennſtoffs von ihnen das Gewicht derſelben zunimmt. Eben ſo folgt, daß auch durch die Figirung des Lichts mit andern Materien die Eigenſchaften des neu entſtandenen Products verändert werden und anders ſeyn müſſen, als ſie in den einzelnen Beſtandtheilen waren; und ſo zeigt auch die Erfahrung auffallende und merkliche Veränderungen der Wirkungen und Natur der Stoffe, wenn das Licht darin zu Brennſtoff figirt worden iſt.

Dritter Abſchnitt.

Wärmematerie.

§. 654.

Wenn wir einen Theil unſers Körpers dem Feuer nähern, ſo bemerken wir eine Veränderung unſers Zuſtandes, oder wir haben die Empfindung, die ein jeder unter dem Namen der Wärme kennt, und die wir, wenn ſie uns endlich beſchwerlich und unangenehm wird, Hitze nennen.

§. 655. Eben ſo entſteht auch dieſe Empfindung für unſer Gefühl, wenn man auf guten ungelöſchten Kalk Waſſer gießt, und ihn löſcht, oder Waſſer oder Weingeiſt mit Vitriolöhl oder mit concentrirter Salpeterſäure vermiſcht u. d. gl. m.; wenn wir auch an dieſen Körpern vor der Vermiſchung dieſe Wirkung auf unſer Gefühl nicht wahrnahmen.

§. 656. Da eine jede Wirkung nach allen natürlichen Begriffen allemal eine Urſach vorausſetzt, die ſie hervorbringt, ſo kann man auch mit dem größ-

größten Rechte von der Hervorbringung der Wärme und Hitze für unſer Gefühl auf eine materielle Urſach ſchließen, welche dieſe Empfindungen und Wirkungen hervorbringt. Ich nenne dies Weſen, das ſich unſerm geſunden Gefühle durch die Wirkung der Erwärmung und Erhitzung zu erkennen giebt, **Wärmeſtoff, Wärmematerie, Hitzmaterie** (materia caloris), um es ſo von der Empfindung der **Wärme** und **Hitze** ſelbſt, davon es die materielle Urſach iſt, zu unterſcheiden.

§. 657. Ein Körper, der weniger freyen Wärmeſtoff enthält als der unſrige, erweckt in uns bey der Berührung eine Empfindung, die wir **Kälte** (frigus) nennen. Zur Erklärung derſelben brauchen wir keine eigene **kaltmachende Materie** anzunehmen, deren Daſeyn auch ſonſt durch nichts erwieſen werden kann. Kälte iſt bloß Verminderung der freyen Wärme; iſt nichts Poſitives, ſondern etwas Negatives; und wir haben dieſe Empfindung allemal, ſo bald aus unſerm Körper in die umgebenden und ihn berührenden Mittel und Körper freye Wärme überſtrömt.

§. 658. Außer dem eigentlichen Gefühle können wir dies Weſen keinem andern Sinne empfindbar machen, oder ihm darſtellen. Da aber unſere bloße Empfindung viel zu ungewiß und veränderlich iſt, ſo ſieht man leicht, daß wir, um die Natur dieſes Weſens ausfindig zu machen, auf die Erſcheinungen und Wirkungen aufmerkſam ſeyn müſſen, die es in Verbindung mit andern gröbern und mehr ſinnlichen Stoffen äußert.

§. 659. Wenn wir auf die Körper Acht geben, die wir in den Zuſtand bringen, daß ſie in uns die

Empfindung der Erwärmung oder Erhitzung zuwegebringen, ſo finden wir, **daß ſie in einen größern Raum ausgedehnt werden**, und dieſe Ausdehnung des Inbegriffs der Körper, ſowohl der flüſſigen als der feſten, in der Wärme oder Hitze, (rarefactio) iſt die erſte Wirkung des Stoffes der Wärme, und ein allgemeines Geſetz.

Beſtätigung durch Verſuche: Eine mit Luft zum Theil gefüllte ſchlaffe Blaſe ſchwellt über einem Kohlfeuer auf; hohle Glaskugeln, die im kalten Brandwein ſchwimmen, ſinken im erwärmten; Weingeiſt, Queckſilber, ſteigt in gläſernen Röhren höher, wenn dieſe erwärmt werden; Wachskugeln ſinken im heißen Waſſer unter, da ſie im kalten Waſſer ſchwimmen; eine eiſerne Stange geht nach dem Glühendwerden nicht mehr durch einen Ring, durch den ſie in der Kälte geht; ein Eiſendrath verlängert ſich beym Glühendwerden.

Scheinbare Ausnahmen von dieſem Geſetze machen Eis, Eiſen, Wismuth Spießglas, Schwefel, wenn ſie ſchmelzen; aber nur ſcheinbare Ausnahmen.

§. 660. Ehe wir weiter gehen, um die Natur des Wärmeſtoffs aus den von ihm abhängenden Erſcheinungen zu beſtimmen, und die Modificationen, die er von andern Materien erleidet, oder in ihnen hervorbringt, zu unterſuchen, iſt es nöthig, die Werkzeuge näher zu kennen, die durch Vermehrung oder Verminderung des Voluminis gewiſſer Subſtanzen als Maaßſtab zur Beſtimmung der Abnahme oder Zunahme der Quantität der freyen Wärmetheilchen in verſchiedenen Umſtänden der Körper, dienen.

Thermometer.

§. 661. Ein Werkzeug, welches uns Aenderungen der Wärme bemerklich macht, und uns verſichert, daß ein gewiſſer Grad der Wärme, dem das Werkzeug

zeug jetzt ausgeſetzt iſt, derſelbige ſey, oder nicht ſey, dem es ein andermal ausgeſetzt war, heißt ein **Thermometer, Thermoſkop**, oder **Wärmemeſſer.**

§. 662. Den Maaßſtab zur Beſtimmung der Aenderung der Wärme giebt bey den Thermometern die Aenderung des Voluminis der Subſtanzen, nemlich die Vermehrung oder Verminderung deſſelben bey der Zunahme oder Abnahme der freyen Wärmetheilchen. Man wählt dazu ſolche Stoffe, die von den Veränderungen des Wärmezuſtandes leicht afficirt und bemerkbar genug durch geringe Zunahmen der Wärme ausgedehnt werden; dergleichen ſind tropfbare und elaſtiſch flüſſige Körper. Um die Aenderungen des Voluminis deſto beſſer bemerkbar zu machen, ſchließt man dergleichen Flüſſigkeiten in enge gläſerne Röhren mit Kugeln ein, damit man durch den Stand in der Röhre die Aenderungen des Volums, die auf die Aenderungen der Wärme ſchließen laſſen, wahrnehmen können.

§. 663. Die gewöhnlichſten Flüſſigkeiten, deren man ſich zum Füllen der Thermometer bedient, oder eigentlicher, durch deren Ausdehnung und Zuſammenziehung man auf die verhältnißmäßige Zunahme und Abnahme der Wärme ſchließt, ſind **Luft, Weingeiſt**, und **Queckſilber**. Die Thermometer erhalten danach den Namen der **Luftthermometer, Weingeiſtthermometer, Queckſilberthermometer.** Die Luftthermometer ſind die empfindlichſten, und die Luft wird durch gleiche Quantitäten der freyen Wärme ſtärker expandirt, als ein gleiches Volum einer tropfbaren Flüſſigkeit; es treten aber doch dabey auch andere Umſtände ein, welche verurſachen, daß die Luft kein ſo gutes Mit-

tel zu Thermometern wird, als das Queckſilber. Dies hat entſchiedene Vorzüge vor andern tropfbaren Flüſſigkeiten dadurch, daß, wie die Erfahrung lehrt, ſeine Ausdehnungen und Zuſammenziehungen ſehr nahe den Zunahmen oder Abnahmen der Quantität der freyen Wärmetheilchen proportional ſind; daß es leicht von einer gleichförmigen Reinigkeit erhalten werden kann; daß es gegen Aenderungen der Wärme ſehr empfindlich iſt; daß es ſtarke Grade der Hitze verträgt, ehe es kocht, und eine beträchtlich große Verminderung der Wärme dazu gehört, ehe es gefriert. Dieſe Eigenſchaften hat der Weingeiſt nicht alle; denn, wenn er gleich noch ſpäter gefriert, als Queckſilber, und ſich noch ſtärker ausdehnt, ſo kocht er doch weit früher, als Waſſer, und verwandelt ſich leicht in Dunſt. Sobald ſich aber tropfbare Flüſſigkeiten durch Hitze in Dämpfe, oder durch Gefrieren in feſte Subſtanzen verwandeln, ſo meſſen ſie ganz andere Grade der Ausdehnung, als vorher, und die vorige Scale dient dann keinesweges mehr für dieſelben.

De Luc oben (S. 17. n. 8.) angef. Werk §. 410. a. u. ff. §. 421. a. ff. Luz vollſtändige Anweiſung, die Thermometer zu verfertigen, Nürnb. 1781. gr. 8. Ebendeſſelben vollſtändige Beſchreibung von allen Barometern, nebſt einem Anhang, ſeine Thermometer betreffend, Nürnberg und Leipz. 1784. gr. 8.

§. 664. Alle unſere Thermometer zeigen indeſſen keinesweges die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs an, ſondern nur, ob die Quantität größer oder geringer ſey, als zu einer andern Zeit der Beobachtung. Dem ungeachtet iſt das Thermometer, ſo wie es iſt, doch ein überaus wichtiges Werkzeug für den Naturforſcher.

§. 665. Cornelius Drebbel von Alkmar in Nordholland wird gewöhnlich für den Erfinder des Thermometers, beym Anfange des vorigen Jahrhunderts, angegeben. Sein Thermometer war ein Luftthermometer, und beſtand aus einer gläſernen Röhre, die oben mit einer Kugel geſchloſſen, bis zu einer gewiſſen Höhe mit einer gefärbten Flüſſigkeit gefüllt, und mit ihrer untern Oeffnung in ein Behältniß, das eben dieſe Flüſſigkeit enthielt, geſteckt war. Die Luft trieb nun bey ihrer Ausdehnung durch Wärme die Flüſſigkeit in der Röhre herunter, oder dieſe ſtieg hinauf, wenn ſich die Luft durch Kälte zuſammenzog. Um das Werkzeug tragbarer zu machen, kann die Röhre Afg (Fig. 125.) unten bey g wieder gekrümmt werden, und in die offene Kugel G auslaufen. Geſetzt, die Flüſſigkeit ſtehe in der Röhre bis f, und in der Kugel zur Seite bis G, ſo wird die Luft zwiſchen f bis A durch die Ausdehnung bey der Erwärmung die Flüſſigkeit herabdrücken; bey der Verminderung der Wärme wird die Luft zwiſchen f und A ſich zuſammenziehen, und der Druck der Atmoſphäre auf die Fläche der Flüſſigkeit in G dieſe hinauftreiben. Oder es kann noch bequemer die oben bey g offene Glasröhre (Fig. 126.), die unten in die Höhe gekrümmt, und hier mit einer Kugel A geſchloſſen iſt, mit der gefärbten Flüſſigkeit ſo gefüllt werden, daß ein Theil der Kugel A noch Luft enthält. Durch die Zunahme der Wärme wird die Luft in der Kugel A ſich ausdehnen, und die Flüſſigkeit über f in die Höhe treiben; durch die Verminderung der Wärme wird die Luft in A ſich zuſammenziehen, und die Flüſſigkeit wird von f herabgedrückt werden. Dies Drebbeliſche Luftthermometer

ter

ter hat aber den beträchtlichen Fehler, daß die äußere Luft zugleich darauf wirkt, und daß nach Verſchiedenheit des Druckes derſelbigen die Flüſſigkeit in der Röhre verſchiedentlich hoch ſtehen kann, bey einerley Grad der Wärme. Wegen der großen Empfindlichkeit iſt dieſe Einrichtung indeſſen doch immer ſehr vortheilhaft zu nutzen, um momentane und ſchnell vorübergehende Aenderungen der Wärme dadurch zu erforſchen.

Von Amontons und Bernoullis Luftthermometer wird in der Folge bey der Luft gehandelt werden.

In welcher Schrift handelt Drebbel von dieſem Thermometer?

§. 666. Die Florentiner Akademie gab ein anderes Thermometer an, das in einer oben verſchloſſenen gläſernen Röhre mit einer unten befindlichen Kugel beſteht, worin gefärbter Weingeiſt eingeſchloſſen iſt. Man bemerkte an der Röhre einen Punct, wobey die Flüſſigkeit in einer gemäßigten Temperatur ſtehet, z. B. in einem tiefen Keller, und brachte nun an der Röhre über und unter dieſem Puncte eine willkührliche Eintheilung in Grade an, ſo daß man jenen Punct mit o bezeichnete, und die Grade des Thermometers auf- und abwärts zählte. Da aber bey dieſem Florentiniſchen Thermometer jener Punct nicht mit Sicherheit beſtimmt werden, und die Grade über und unter demſelben nur willkührlich aufgetragen werden können, ſo ſieht man leicht die Unbrauchbarkeit deſſelben, um beſtimmte Grade der Wärme und Kälte darnach zu meſſen, und die Untauglichkeit der Methode, um darnach vergleichbare Thermometer zu machen.

Tentamina experimentorum naturalium captorum in acad. del Cimento, edit. a *Muſchenbrock*, S. 2. ff.

§. 667. Fahrenheit machte ſich daher um die Verbeſſerung der Thermometer dadurch ſehr verdient, daß er zwey ziemlich feſte Puncte daran beſtimmte und den Abſtand derſelben von einander in eine beſtimmte Anzahl Theile oder Grade eintheilte; ſo wie auch dadurch, daß er ſich, nach Halley's Rathe, nachher des Queckſilbers zum Füllen der Theometerröhren bediente. Die Entfernung zweyer ſolcher feſten Puncte an dem Thermometer nennt man den Fundamentalabſtand. Fahrenheit nahm zum untern Puncte die Temperatur, welche ein Gemiſch aus gleichen Theilen Schnee und Salmiak hat, oder den künſtlichen Froſtpunct (punctum congelationis artificialis), und zum obern Puncte die Hitze des ſiedenden Waſſers, den Siedepunct. Er ſetzte bey jenem o, und theilte dieſen Funtamentalabſtand in 212 gleiche Theile, ſo daß alſo dieſe Zahl für den Grad des kochenden Waſſers war. Auch unter o trug er noch eben ſo große Grade, als oberhalb waren. Für die Hitze des kochenden Queckſilbers kommen 600 ſeiner Grade. Gewöhnlich macht man aber die Scale dieſer Thermometer nur bis an den Siedepunct des Waſſers.

Herm. Boerhave elementa chemiae. Lipſ. 1732. 8. T. I. S. 146. ff.

§. 668. Herr von Reaumur nahm nachher zum untern Puncte an der Scale des Thermometers den bequemern natürlichen Froſtpunct (punctum regelationis), oder die Temperatur des ſchmelzenden Schnees und Eiſes an; füllte das Thermometer mit Weingeiſt, der, um die Hitze des kochenden Waſſers auszuhalten, mit Waſſer verdünnt war, und theilte

den

den Fundamentalabſtand von jenem Puncte bis zum Siedepuncte in 80 gleiche Theile, (weil er gefunden hatte, daß ſein Weingeiſt ſich um 0,080 ſeines Voluminis, das er beym natürlichen Froſtpuncte hatte, ausdehnte); und ſetzte alſo 0 bey dieſem Froſtpuncte, 80 beym Siedepuncte. Unter 0 wurden ebenfalls ſo große Grade an der Scale aufgetragen, als nach oben zu. Der natürliche Froſtpunct, oder das Reaumuriſche 0, iſt bey Fahrenheit 32 Grad.

Regle pour conſtruire des thermometres, dont les dégrès ſoient comparables, in den *Mémoires de l' acad. royale des ſc.* 1730. S. 452. ff. Second mémoire; ebendaſ. 1731. S. 250. ff.

§. 669. Man hat nachher Reaumurs Scale auch für die Queckſilberthermometer angewendet. Sie trifft aber nicht mit der Graduirung des wahren Reaumuriſchen Thermometers überein, und dieſes zeigt daher mit einem Queckſilberthermometer, das die Reaumuriſche Scale hat, in einerley Wärme nicht einerley Grade; und wenn man ſich der Reaumuriſchen Scale bedient, ſo müßte man auch immer beſtimmen, ob man bey derſelben ein Queckſilber- oder ein Weingeiſtthermometer gebraucht habe.

De Luc a. a. O. §. 440. a. ff.

§. 670. Man hat nachher noch mehrere Eintheilungen des Fundamentalabſtandes oder Scalen eingeführt; aber wirklich ohne Noth die Thermometerſprache dadurch unbequemer gemacht. De Lisle ſetzte beym Siedepuncte des Waſſers 0, und beym natürlichen Gefrierpuncte 150, weil das Volumen des Queckſilbers in der Temperatur des letztern um 0,0150 geringer ſey, als in der des erſtern. Celſius hin-

hingegen theilte den Fundamentalabſtand vom natürlichen Froſtpuncte bis zum Siedepuncte in 100 gleiche Theile, und ſetzte bey jenem 0, bey dieſem 100. Dieſe Scale heißt auch die ſchwediſche.

§. 671. Die Hauptſache bey der Graduirung der Scale der Thermometer iſt die Beſtimmung zweyer, hinlänglich unterſchiedener, unveränderlicher Puncte, oder des Fundamentalabſtandes, die, wenn ſie immer wieder gefunden werden können und ihr Abſtand hernach in gleich große Theile eingetheilt wird, uns in den Stand ſetzen, harmonirende Thermometer zu machen. Man iſt jetzt allgemein übereingekommen, die Temperatur des ſchmelzenden Schnees oder den natürlichen Gefrierpunct, und die Temperatur des ſiedenden Waſſers für die beiden feſten Puncte der Thermometerſcale anzunehmen, deren Abſtand man in 180 Theile, wenn man Fahrenheits Scale, oder in 80 Theile, wenn man Reaumürs Scale, oder in 100 Theile theilt, wenn man Celſius Scale haben will. Um Delisle's Scale zu erhalten, theilt man dieſen Fundamentalabſtand in 150 Theile, und zählt von oben herab. Dies gilt alles nur vom Queckſilberthermometer.

Die Fahrenheitiſche, Reaumuriſche und Celſiuſſiſche Scalen laſſen ſich leicht unter einander vergleichen, wenn man weiß, daß 180 F. 80 R. und 100 C. Grade einander gleich ſind, nur muß es bey der Reaumuriſchen Scale dann ein Queckſilberthermometer ſeyn. Es ſind demnach 18° F. = 8° R. = 10° C.; 9° F. = 4° R. 5° C.; und alſo:

1 Gr. R. = $2\frac{1}{4}$ F. = $1\frac{1}{4}$ C.
1 Gr. F. = $\frac{4}{9}$ R. = $\frac{5}{9}$ C.
1 Gr. C. = $1\frac{4}{5}$ F. = $\frac{4}{5}$ R.

Wenn man aber Reaumuriſche nnd Celſiuſſiſche Grade auf Fahrenheitiſche, oder umgekehrt dieſe auf jene, reduciren will, ſo muß man nicht vergeſſen, daß Fahrenheit noch 32 ſeiner Grade unter dem Reaumuriſchen oder

oder Celſiuſſiſchen o zählt. Um Delisliſche Grade in Fahrenheitiſche zu verwandeln, zieht man die gegebene Anzahl von 150 ab, weil Delisle von oben herunter zählt, multiplicirt den Reſt mit 6, dividirt das Product durch 5, (weil 180° F. mit 150 des Delisle, oder 6 mit 5 übereinkommen); zu dem Quotienten addirt man noch 32, weil Fahrenheit dieſe noch unter dem natürlichen Froſtpuncte hat. Um Delisliſche Grade in Reaumuriſche zu verwandeln, ſo zieht man die gegebene Anzahl Grade von 150 ab, multiplicirt den Reſt mit 8, und dividirt das Product durch 15, weil 80° R. mit 150° Delisl. oder 8 mit 15 übereinkommen; und um die Delisliſchen Grade auf Celſiuſſiſche zu bringen, ſo verfährt man eben ſo, multiplicirt den Reſt mit 2, und dividirt das Product durch 3, weil 100° C. mit 150° Delisl. oder 2 mit 3 übereinkommen.

Umgekehrt, um Fahrenheitiſche, Reaumuriſche oder Celſiuſſiſche Grade in Delisliſche zu verwandeln, ſo zieht man die gegebene Anzahl der erſtern von 212, der andern von 80, der dritten von 150 ab; multiplicirt den Reſt der erſtern mit 5, der andern mit 15, der dritten mit 3; und dividirt das Product der erſtern mit 6, der andern mit 8, der dritten mit 2, ſo giebt der Quotient die Delisliſchen Grade an.

Allgemeine Formeln zur Vergleichung der Thermometergrade verſchiedener Scalen, hat Hr. Hindenburg gegeben. (*Caro Frid. Hindenburg* Pr. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lipſ. 1791. 4.).

Bequem ſind die Vergleichungsthermometer (Thermometres de comparaiſon), wo man die angeführten verſchiedenen Scalen zugleich aufträgt.

Van Swinden Diſſ. ſur la comparaiſon des thermométres. Amſterd. 1778. 8.

§. 672. Da die Hitze des kochenden Waſſers nur bey einerley Druck der Atmoſphäre unveränderlich iſt, und das Waſſer bey größerm Druck der Atmoſphäre eine größere, bey geringerm eine geringere Hitze zum Sieden erfordert, ſo ſieht man leicht, daß der Siedepunct nicht unveränderlich iſt. Daher iſt es zur genauen Beſtimmung des Fundamentalabſtandes nöthig, den Siedepunct entweder nur bey einer beſtimmten Normal-Barometerhöhe zu ſuchen,

chen, oder ihn bey einer andern Barometerhöhe darnach zu berichtigen. Die von der königlichen Societät zu London zur Berichtigung dieſes Gegenſtandes niedergeſetzten Commiſſarien, Cavendiſh, de Luc, Maskelyne und Horsley rathen an, den Siededepunct am Thermometer entweder bloß im Dampfe des ſiedenden Waſſers zu beſtimmen, das in einem verſchloſſenen Gefäße kocht, in welchem die Dämpfe ſich ſelbſt den Ausgang verſchaffen können, doch ſo daß das ſiedende Waſſer ſelbſt die Thermometerkugel nicht berührt; oder die Kugel des Thermometers in das kochende Waſſer ſelbſt zwey bis drey Zoll tief einzuſenken. Zur Normalhöhe des Barometers beſtimmen ſie für die erſtere Methode 29,8 engl. Zoll, die 27 Z. 11,538 L. = 335,538 Lin. pariſ. gleich ſind; für die zweyte aber 29,5 engl. Zoll, die mit 27 Z. 8,16 L. oder 332,16 Linien pariſ. übereinkommen. Da nun genaue Verſuche lehren, daß eine Aenderung des Barometerſtandes von $29\frac{1}{2}$ bis $30\frac{1}{2}$ Zoll engl. (332,16 L. bis 343,42 L. pariſ.) eine Aenderung des Siedepunctes von 80,54 Gr. auf 81,25 Gr. Reaum. machte, oder, daß um Einen Zoll (engl.) Zunahme des Barometerſtandes der Siedepunct um 0,71 Gr. Reaum. = 1,59 Gr. Fahrenh. höher zu liegen kömmt; da folglich jede Aenderung des Barometerſtandes um 0,114 Z. engl. = 1,283 Linien pariſ. eine Aenderung des Siedepunctes von 0,114 . 1,59 = 0,181 Gr. Fahrenh. d. i. eine Aenderung um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abſtandes zwiſchen dem Siedepuncte und natürlichen Gefrierpuncte zuwege bringt; ſo hat man daraus folgende Regel zur Berichtigung des Siedepunctes feſtgeſetzt. Man beobachte zu der Zeit, da man den Siedepunct am Thermometer beſtimmt, die Baro-

me-

meterhöhe, und wenn ſie um n . 0,114 Z. engl. (oder n . 1,28 Linien pariſ.) höher oder niedriger iſt, als die Normalhöhe des Barometers ſeyn muß, ſo muß man den gefundenen Siedepunct um $\frac{n}{1000}$ ſeines Abſtandes vom Gefrierpuncte tiefer herab, oder höher hinauf ſetzen. — Das Waſſer, worin man den Siedepunct beſtimmt, muß reines deſtillirtes oder Regenwaſſer ſeyn, indem Salztheile ſonſt den Siedepunct erhöhen können.

Bericht einer von der königl. Soc. der Wiſſenſch. zu London niedergeſetzten Commiſſion, über die beſte Methode, die feſten Puncte des Thermometers zu beſtimmen, a. d. *Philoſ. Tranſact. Vol. LXVII. P. II. n.* 37. überſ. in den Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. I. S. 643. ff. Luz vollſtändige Beſchr. von Barometern, Anh. S. 32. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. IV. S. 336. ff.

§. 673. Zur Beſtimmung des untern Punctes am Fundamentalabſtande wählt man die Temperatur des zergehenden reinen Schnees oder reinen Eiſes, worin man das Thermometer ſenkt, und hinlängliche Zeit ſtehen läßt. Dieſe Methode iſt ſicherer, als wenn man das Thermometer in eben gefrierendes Waſſer ſetzt. Der künſtliche Froſtpunct aus Schnee und Salmiak iſt ſehr unzuverläſſig.

De Luc a. a. O. Th. I. §. 438. c. Luz Anweiſ. Thermometer zu verfertigen §. 122 — 129.

§. 674. Thermometer, welche mit der nöthigen Genauigkeit verfertiget, und mit einerley Flüſſigkeit gefüllt ſind, harmoniren mit einander, oder zeigen bey gleichen Aenderungen der Wärme oder Kälte einerley Grade an. Wenn man aber auch noch ſo genau bey ihrer Verfertigung verfährt, ſo blei-

bleiben ſie doch noch einigen kleinen, ſchwerlich abzuhelfenden, Mängeln ausgeſetzt, die beſonders darin beſtehen, daß die Wärme oder Kälte nicht allein die Flüſſigkeit des Thermometers ausdehnt oder zuſammenzieht, ſondern daß auch das Glas der Kugel und Röhre ſo wie die Scale ſelbſt dieſe Veränderungen erleidet.

Noch iſt hier zu bemerken, daß die Röhre gehörig calibrirt, und von einem hinlänglich kleinen Durchmeſſer des Inwendigen der Röhre (bey den Queckſilberthermometern höchſtens ¼ Linie) und einer ſchicklichen Länge ſey, das Queckſilber gehörig von Luft gereiniget, und überhaupt in der möglichſten Reinigkeit angewendet werde.

Thermometer mit kleinern Kugeln ſind empfindlicher, als die mit größern; noch empfindlicher ſind cylindriſche Thermometer. Die Kugel des Thermometers muß zu genauen Beobachtungen das Brett nicht berühren.

Zu den Schriften über die Verfertigung der Thermometer gehört noch außer den oben (§. 663.) angeführten: Strohmeyers Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. gr. 8.

§. 675. Folgendes iſt ein Verzeichniß einiger merkwürdigen Temperaturen:

(Das Zeichen — bedeutet den Stand des Queckſilbers unter o; das + aber über o.)

	F.	R.	C.	Del.
Queckſilber gefriert	—40	—32	—40	210
Eis und rauchender Salpetergeiſt	—24¾	—25	—31¼	196⅞
Schnee und Salmiak	o	—14 2/9	—17 7/9	176⅔
Weineſſig gefriert	+28	—1 7/9	—2 2/9	153⅓
Reines Waſſer gefriert, ſchmelzender Schnee	+32	o	o	150
Gemäßigte Wärme der Luft	+64	+14 2/9	+17 7/9	124
Menſchl. Blutwärme	+96	+28 1/9	+35 5/9	96⅔
Schmelzendes Wachs	+140	+48	+60	60

Sie-

	F.	R.	C.	Del.
Siedender Alcohol	+ 174	+ $63\frac{1}{9}$	+ $78\frac{8}{9}$	$31\frac{2}{3}$
Siedendes Waſſer	+ 212	+ 80	+ 100	0
Schwefel fångt an zu ſchmelzen	+ 234	+ $89\frac{7}{9}$	+ $112\frac{2}{9}$	
Reines Zinn ſchmelzt	+ 420	+ $172\frac{4}{9}$	+ $215\frac{5}{9}$	
Wismuth ſchmelzt	+ 460	+ $190\frac{2}{9}$	+ $237\frac{7}{9}$	
Bley ſchmelzt	+ 540	+ $225\frac{7}{9}$	+ $282\frac{2}{9}$	
Queckſilber ſiedet	+ 600	+ $254\frac{4}{9}$	+ $315\frac{5}{9}$	

§. 676. Gröſzere Grade der Hitze, die über den Siedepunct des Queckſilbers gehen, und die wir folglich nicht mehr durch unſere damit gefüllte Thermometer meſſen können, weil das Queckſilber dann ſeinen Aggregatzuſtand der tropfbaren Flüſſigkeit ändert, und in Dampf verwandelt wird, hat man durch **Pyrometer** zu meſſen geſucht, die aber jetzt noch ſehr unvollkommene und unzulängliche Werkzeuge ſind, eine gleichförmige Zunahme und Abnahme der Hitze anzuzeigen. Es gehören hierher:

1) Mortimers Metallthermometer

A diſcourſe concerning the uſefulneſs of thermometers in chemical experiments — with de deſcription and uſes of a metalline thermometer, newly invented by *Cromw. Mortimer*; in den *philoſ. Tranſact. Vol. XLIV*. 1735. *n*. 484. *Append*. S. 672. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. IV. S. 359.

2) Des Grafen von Löſers Metallthermometer.

Thermometri metallici ab inventione Comitis *Loeſeri* deſcriptio, auct. *Io. Dan. Titio*. Lipſ. 1765. 4. Eberhards Naturlehre §. 364.

3) Zeihers Metallthermometer.

Thermometri metallici deſcriptio, auct. *Io. Ern. Zeihero*; in den *nov. comment. petrop. T. IX*. S. 305. ff.

4) Wed=

4) Wedgewoods Pyrometer. Dies macht allen andern den Vorzug ſtreitig. Es gründet ſich auf die Eigenſchaft der Thonerde, ſich im Feuer zuſammen zu ziehen.

Philoſophic. Tranſact. Vol. LXXII.

Freye oder ſtrahlende Wärmematerie.

§. 677. Freye Wärmematerie nenne ich diejenige, die ſich in dem Zuſtande der Bewegung befindet. Da ſie nur in dieſem Zuſtande die Empfindung der Hitze oder Wärme auf uns hervorbringt, ſo nennt man ſie auch fühlbare Wärmematerie (materia caloris ſenſibilis); und weil ſie nur in dieſem Zuſtande das Thermometer afficirt, thermometriſche Wärmematerie. Alle in der Folge beyzubringende Phänomene, die durch die freye Wärmematerie veranlaßt werden, laſſen ſich nicht genugthuend erklären, wenn man nicht annimmt, daß ſie eine discrete elaſtiſche Flüſſigkeit iſt, deren Theilchen von einander durch große Zwiſchenräume in Beziehung auf ihren Durchmeſſer von einander abgeſondert ſind. Ihre Elaſticität iſt Folge der Expanſivkraft, und der dadurch bewirkten Bewegung ihrer Theilchen (§. 340.). Selbſt die Empfindung der Wärme oder der Hitze für unſer Gefühl iſt Folge dieſer expanſiven Kraft der Wärmetheilchen, und des dadurch bewirkten Reizes auf unſere Nerven.

§. 678. Die freyen Wärmetheilchen werden von der Expanſivkraft urſprünglich afficirt, ohne zugleich der Schwerkraft unterworfen zu ſeyn. Es iſt alſo der Wärmeſtoff eine imponderabele Flüſſigkeit. Hieraus folgt, daß die freye Wärmematerie eine ſtrah-

lende Flüſſigkeit ſeyn müſſe, deren Theilchen von dem Orte aus, wo ſie frey werden, im leeren Mittel ſich ungehindert nach allen Richtungen geradlinigt verbreiten, wie die Radii einer Kugel vom Centrum nach der Peripherie zu, und daß ſie da, wo ſie in ihrem Fortgang aufgehalten, und ſonſt nicht in ihrer Expanſivkraft ruhend gemacht werden, unter eben dem Winkel zurückſtrahlen, unter dem ſie afficiren. Der Wärmeſtoff iſt alſo hierin dem Lichte ähnlich, und den völlig freyen Wärmeſtoff können wir daher auch **ſtrahlende Wärmematerie** (calor radians) nennen. Die geradlinigte Strahlung der Wärmetheilchen läßt ſich durch die Reflexion derſelben (auch wenn ſie ohne alles Licht, und bloß ſo genannte dunkele Wärme ſind,) von Hohlſpiegeln, und dann durch die ſogenannte Zurückſtrahlung der Kälte vermittelſt dieſer Hohlſpiegel entſcheidend beweiſen, wie die Verſuche des Hrn. Pictets lehren. Dieſe geradlinigte Strahlung würde aber mit der Schwere der Theilchen gar nicht zuſammen beſtehen können. Da die Zurückſtrahlung der Wärmetheilchen nach eben den Geſetzen, als das Licht, erfolgen, ſo widerlegt dies auch zu gleicher Zeit diejenigen, welche den Ausfluß derſelben als einen contiguirlichen Strom, oder als eine zuſammenhängende Flüſſigkeit anſehen.

Erfahrung. 1) Zwey Hohlſpiegel, die ſich ganz gleich ſind, werden gegen einander über in einer Entfernung geſtellt, die die Summe ihrer Brennweiten übertrifft. In den Brennpunct des einen ſtellt man eine heiße, nicht glühende, Kugel, oder eine mit heißem Waſſer gefüllte kleine Phiole, in den Brennpunct des andern ein empfindliches Thermometer. Das letztere ſteigt hier merklich über die Temperatur des umgebenden Mediums; außer dem Brennpuncte nicht merklich.

2) Der Apparat der Hohlſpiegel ſtehe an einem Orte, deſſen Temperatur verſchiedene Grade über dem Gefrier-

frierpunct iſt. In dem Brennpuncte des einen Spiegels ſtehe ein empfindliches Thermometer, in dem des andern ein Stück Eis. Das Thermometer ſinkt, ſo wie es in den Brennpunct geſtellt wird, bleibt aber unveränderlich außer dem Brennpuncte.

Lamberts Pyrometrie, oder vom Maaße des Feuers und der Wärme. Berlin 1779. 4. S. 201. ff. Sauſſure Reiſen durch die Alpen. Th. IV. Leipz. 1788. 8. §. 925. Mark. Aug. Pictets Verſuch über das Feuer. a. d. Franz. Tübingen 1790. 8. Kap. III. Ueber das Gleichgewicht des Feuers und die ſcheinbare Reflexion der Kälte, von Hrn. Prevoſt; in Grens Journal d. Phyſ. B. VI. S. 325. ff.

Aus Verſuchen des Hr. Pictets ſcheint zwar zu folgen, daß die Wärmetheilchen ein vorzügliches Beſtreben haben, ſich nach oben zu auszubreiten (tendance antigrave); indeſſen iſt dieſer Schluß doch noch gegründeten Einwürfen ausgeſetzt.

Pictet a. a. O. S. 36. ff. Zehnter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie über die Geſchichte der Erde; in Grens Journ. d. Phyſ. B. V. S. 439. §. 30. ff.

§. 679. Es folgt aus der geradlinigten Strahlung der Wärmetheilchen, daß die Stärke dieſes Ausfluſſes aus einem Puncte, oder die Quantität der Wärmetheilchen, die davon zu einer gegebenen Fläche gehen, im umgekehrten Verhältniß der Quadrate-Entfernungen abnehme. Erfahrungen hierüber hat Lambert angeſtellt.

Lamberts Pyrometrie S. 197. ff.

Das Geſetz kann in der Luft nur bey Entfernungen ſtattfinden, die in einerley horizontaler Ebene liegen.

Pictet a. a. O. §. 31.

§. 680. Die Beſchleunigung der Expanſivkraft, die die Theilchen des Wärmeſtoffs in Bewegung ſetzt, iſt, wie bey ihrer Wirkung auf den Lichtſtoff, ſo groß, daß die Bewegung der freyen Wärmetheilchen für Verſetzungen aus einem Orte in den andern bey unſern Verſuchen auf der Erde inſtantan zu ſeyn

 ſcheint.

ſcheint. Für ſehr große Räume würde die Geſchwindigkeit allerdings meßbar ſeyn. Uebrigens iſt hier nur vom völlig freyen Wärmeſtoff die Rede; denn die anderen Materien adhärirenden Wärmetheilchen pflanzen ſich, wegen ihrer durch die Cohärenz geſchwächten Expanſivkraft, mehr oder minder langſam fort.

Pictets Verſ. §. 64 — 67.

§. 681. Die Intenſität der Hitze oder Wärme hängt von der Quantität der freyen Wärmetheilchen in einerley Raume, oder ihrer Dichtigkeit ab. Die durch ihre Wirkung aufs Thermometer beſtimmten Intenſitäten der Hitze nennen wir auch die **Temperaturen** (temperies) der Körper.

§. 682. Wenn man einem Körper, deſſen Temperatur über die des umgebenden Mediums und des darin befindlichen Thermometers merklich erhöhet iſt, ein empfindliches Thermometer nähert, auf welcher Seite man will, ſo zeigt das Thermometer eine höhere Temperatur. Dieſe erhöhete Temperatur bleibt aber nicht beſtändig, ſondern ſie kömmt nachher allmählich wieder zu der Temperatur des umgebenden Mediums zurück. Dies folgt aus der Strahlung des Wärmeſtoffs. Jeder erhitzte Körper (wenn er nicht einer daurenden Quelle neuer Wärme ausgeſetzt iſt) verliert ſo nach und nach ſeinen Ueberſchuß der Temperatur über die umgebenden, und es iſt kein Körper der Erde bekannt, der vermögend wäre, die höhere Temperatur zurückzuhalten. Es giebt alſo für den Wärmeſtoff keine undurchdringliche Hülle.

§. 683. Wenn ein Körper eine höhere Temperatur hat, als ein anderer, der mit ihm zuſammenge-

gebracht wird, ſo pflanzt ſich die Wärme aus jenem in dieſem fort, und der kältere entzieht den Ueberſchuß der Wärme dem wärmern. Der eine verliert alſo, und der andere überkömmt, und dies dauert ſo lange, bis das Thermometer in beiden eine gleichförmige Temperatur anzeigt.

§. 684. Da aus einem warmen oder erhitzten Körper nur in ſo fern Wärme weggeführt wird, in ſo fern die umgebenden Körper weniger warm ſind, ſo ſagt man, daß die Wärme eines Körpers, oder eines umgebenden Mittels, allemal einem gleich groſſen Grade von Wärme in dem andern Körper das Gleichgewicht halte.

§. 685. Bey dieſem Gleichgewicht des Wärmeſtoffs in Körpern von einerley Temperatur muß man aber nicht die Vorſtellung haben, daß derſelbe durch ſich ſelbſt zurückzuhalten ſey, oder daß er ſich durch den Gegendruck des eben ſo elaſtiſchen Wärmeſtoffs in einer gleichförmigen Spannung oder Dehnung befinde, wie etwa zwey mit Federkraft begabte Stahlfedern oder Polſter im Gleichgewicht ſind. Dieſe Idee ſtreitet ſchlechterdings mit der Natur des Wärmeſtoffs, der, als eine discrete Flüſſigkeit, ſo wenig ſich ſelbſt zurückhalten kann, als zwey Ausflüſſe von Licht ſich wechſelſeitig hemmen können.

Die Vorſtellung von Spannungen, und darauf gegründeten abſoluten und ſpecifiſchen Elaſticitäten des Wärmeſtoffs, legt Hr. Mayer in ſeiner ſonſt ſehr ſchätzbaren Abhandlung zum Grunde: Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs, von Joh. Tob. Mayer. Erlangen 1791. 8.

§. 686. Das Gleichgewicht der Wärme beſteht vielmehr in der Gleichheit der durch die Strahlung

des freyen Wärmeſtoffs hervorgebrachten Wechſel. Wenn ſich nemlich zwey benachbarte Körper wechſelſeitig eine gleiche Anzahl Wärmetheilchen in einer gegebenen Zeit zuſchicken, oder mit andern Worten, wenn in einerley Zeit in den einen Körper ſo viel freye Wärmetheilchen aus dem andern ſtrömen, als von ihm zu demſelben treten; ſo ändert ſich natürlicherweiſe die Temperatur nicht, da die Quantität der freyen Wärmetheilchen in den Körpern gleich bleibt, und von derſelben die Temperatur abhängt. Geſetzt aber, es verlöre in dem einen Körper die Wärmematerie ihre Strahlung, ſo würde ihm von dem andern Körper mehr davon zuſtrömen, als er jenem wieder zuſendet, und ſo würde die Temperatur in jenem abnehmen, und dies würde ſo lange dauren, bis die Wechſel ihrer ſtrahlenden Wärmetheilchen wieder gleich wären.

Prevoſt recherches ſur la chaleur Ch. I. Ebenderſ. vom Gleichgewicht des Feuers §. 1.

§. 687. Wenn alſo ein Körper in einerley Zeit eben ſo viel freye Wärmetheilchen ausſtrahlt, als er empfängt, und umgekehrt, ſo iſt ſeine Temperatur daurend. Wenn er mehr empfängt, als er ausſtrömt, ohne dieſe empfangene Wärmetheilchen zu binden, oder in ihrer Expanſivkraft zu ändern, ſo wird ſeine Temperatur zunehmen, d. h. er wird erhitzt werden. Wenn er hingegen mehr ausſendet, als er empfängt, ſo wird ſeine Temperatur vermindert werden, d. h. er wird erkältet.

§. 688. Wenn ſich eine Quelle von Wärme öffnet, und die ihr ausgeſetzten Körper die davon ausfließenden Wärmetheilchen in größerer Menge empfan-

pfangen, als ſie dahin ausſtrömen, ſo werden ſie erhitzt werden. Da ſie aber in einer gegebenen Zeit nur eine beſtimmte Quantität davon empfangen können, ſo muß auch eine gewiſſe Zeit für ſie nöthig ſeyn, um einen gegebenen Grad von Temperatur zu erreichen oder bis zu einem gewiſſen Grade erhitzt zu werden. Wenn wir nun hierbey nicht nur Maaßen und Volumina, ſondern auch die Natur der Körper, folglich ihre Empfänglichkeit für die freye Wärmematerie, gleich ſetzen, ſo folgt, daß ihre durch die Mittheilung erhaltene Temperatur von der Zeit und der Intenſität des Wärmeſtoffs abhängen muß.

Wenn alſo ein Körper gleichförmig eine Zeit hindurch Wärme ausſtrömt, und als eine ununterbrochene Quelle des Wärmeſtoffs anzuſehen iſt, ſo wird ein Thermometer, in einer gewiſſen Entfernung davon eine kurze Zeit gehalten, nicht ſo hoch ſteigen, als in einer längeren Zeit. Und wenn eben daſſelbige Thermometer zweyen Wärmequellen, deren Intenſitäten verſchieden ſind, gleich ſtark genähert wird, ſo wird es in einerley Zeit nicht von einerley Temperatur zu gleichen Graden ſteigen, ſondern durch den heißern Körper höher, als durch den minder heißen.

§. 689. Es iſt alſo die Zunahme der Temperatur eines und deſſelbigen Körpers (ſo lange ſeine Natur unverändert bleibt) in einer gegebenen Zeit der Intenſität der Wärme des wärmeverbreitenden Körpers proportional. Eben ſo iſt auch klar, daß ſie ſich wie die Zeit verhalten muß, wenn die Intenſität der Quelle der Wärme beſtändig und unveränderlich iſt, und aus dem erwärmten Körper keine Wärme wieder ausſtrömen oder ſonſt verſchluckt werden kann.

§. 690. Aus beiden Sätzen zuſammen folgt demnach, daß die Anhäufung der freyen Wärmematerie

terie in einem Raume, aus dem ſie nicht wieder heraustritt, in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Zeit und der Intenſität der Wärme des die Wärme zuführenden Körpers ſey, oder ſich verhalte, wie die Intenſität der die Wärme hervorbringenden Urſache multiplicirt mit der Zeit.

Prevoſt recherches §. 12 — 15.

§. 691. Wenn die Temperatur eines Körpers gleich bleibt, ſo wird die aus ihm ausſtrahlende Wärmematerie ebenfalls in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Intenſität ſeiner Wärme und der Zeit ſeyn.

Wenn die Zeit gleich iſt, ſo wird ein und derſelbige Raum oder Körper, der noch einmal ſo heiß, oder worin die Dichtigkeit des freyen Wärmeſtoffs noch einmal ſo groß iſt, doppelt ſo viel Wärmeſtrahlen ausſchicken. Und wenn die Intenſität ſeines freyen Wärmeſtoffs gleich bleibt (immer wieder gleichförmig erſetzt wird), ſo wird er in der doppelten Zeit noch einmal ſo viel Wärmeſtrahlen ausſtrömen.

Prevoſt recherches §. 16.

§. 692. Jeder Körper, der Wärmeſtoff mitgetheilt erhält, ſtrömt zu gleicher Zeit auch Wärmeſtoff aus, und die Erhitzung deſſelben iſt daher nur die Differenz der Quantitäten dieſer ein- und ausſtrömenden Wärmetheilchen.

§. 693. Die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgeſetzten Körpers, iſt, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeittheilchen der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich. Dies Geſetz folgt aus dem vorhergehenden ungezwungen, und Richmann hat es durch eine Reihe ſinnreicher Verſuche zu beſtätigen geſucht.

Inquiſitio in legem, ſecundum quam calor fluidi in vaſe contenti certo temporis intervallo in temperie

aëris

aëris conſtanter eodem decreſcit, vel creſcit, et detectio eius, auct. *Geo Wilh. Richmanno*; in den *nov. comment. petrop.* T. I. S. 191. Lambert a. a. O. §. 255. ff. *Prevoſt recherches* §. 18.

§. 694. Wenn ein erhitzter Körper in einem kalten Mittel ſich befindet, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, ſo führt die Strahlung der Wärme in jedem Augenblick einen Theil der innern Wärme des Körpers weg, welcher der in ihm zurückbleibenden Wärmemenge proportional iſt.

Wenn alſo der Körper $\frac{1}{10}$ ſeiner innern Wärme in einem Augenblick verliert, ſo werden nach dem erſten Augenblick noch $\frac{9}{10}$ ſeiner primitiven Wärmemenge übrig bleiben; er wird im zweyten Augenblick wieder $\frac{1}{10}$ von dieſen $\frac{9}{10}$ verlieren, und es werden $\frac{9}{10}$ von den $\frac{9}{10}$ der primitiven Wärmemenge übrig bleiben, u. ſ. f.

Newton opuſc. T. II. S. 422, und *Princip. philoſ. nat.* L. III. Prop. VIII. Cor. IV. Richmann a. a. O. S. 195. Lambert a. a. O. §. 258. Prevoſt a. a. O. §. 19.

§. 695. Dieſem Geſetze gemäß geſchiehet die Erwärmung oder Erkältung eines Körpers in einem Mittel, deſſen Temperatur conſtant iſt, dergeſtalt, daß die Unterſchiede ſeiner Wärme von der des Mittels in einer geometriſchen Progreſſion ſind, während die Zeiten der Erhitzung oder Erkältung in arithmetiſcher Progreſſion fortgehen.

Anwendung von dieſem allgemeinen Geſetze der Erkältung oder Erhitzung in Fällen, wo die ſich die Wärme mittheilenden Körper beide die Temperatur ändern, hat Prevoſt a. a. O. §. 20.

§. 696. Alles bisher vorgetragene gilt im ſtrengen Sinne nur von der ſtrahlenden Wärmematerie, die ungehindert und frey durch die Zwiſchenräume der Körper ſich als expanſibele Flüſſigkeit bewegt. Wenn nun die Wärmematerie durch die materiellen

Theile keine Aenderung in ihrer Expanſivkraft erlitte, ſo würde nach der Natur der Wärmematerie ſelbſt folgen, daß bey gleichen Temperaturen der Körper die abſoluten Quantitäten des Wärmeſtoffs ſich verhalten müßten wie die Zwiſchenräume der Körper, die die Wärmetheilchen aufnehmen. Denn wenn gleiche Temperaturen gleiche Dichtigkeit der ſtrahlenden Wärme vorausſetzen, (§. 686.) ſo müſſen die Zwiſchenräume in Körpern von gleicher Temperatur, von gleich dichtem Wärmeſtoff durchſtrömt werden, und bey gleichen Temperaturen müſſen alſo gleich viel Zwiſchenräume gleiche Quantitäten des Wärmeſtoffs enthalten. Es würde hieraus folgen, daß bey gleichen Temperaturen und Volumen zweyer Körper die abſoluten Quantitäten der ſtrahlenden Wärmematerie, die ſie enthielten, ſich umgekehrt verhielten wie die wahren Dichtigkeiten dieſer Körper. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Wärmetheilchen, die mit den materiellen Theilchen der Körper in Berührung kommen, Modificationen ihrer Expanſivkraft durch die Cohärenz mit denſelben erleiden, ſo wie ſie ſelbſt merkliche Veränderungen in dieſen Körpern hervorbringen. Wir müſſen dieſemnach die ſtrahlende Wärmematerie von derjenigen unterſcheiden, die auf ihrem Wege den Beſtandtheilen der Körper begegnet, und nach der verſchiedenen Cohärenz mit denſelben Modificationen ihrer Expanſivkraft, und der davon abhängenden Bewegung und wärmemachenden Kraft erleidet.

Hr. Pictet nennt dieſe durch die materiellen Theilchen der Körper modificirte Wärme fortgepflanzte Wärme (chaleur propagée); Hr. Prevoſt *chaleur genée.*

§. 697. So lange zwey Körper gleichartig bleiben, ſo kann es gar keinem Zweifel unterworfen ſeyn, daß, wenn die Temperaturen derſelben gleich ſind, die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs ſich darin verhalten wie die Maſſen oder Volumina. Der Wärmeſtoff mag darin Abänderungen ſeiner Expanſivkraft erleiden oder nicht, ſo wird im erſtern Falle dies immer auf gleiche Art geſchehen, und immer werden doppelt ſo viel Zwiſchenräume doppelt ſo viel Wärmetheilchen faſſen, wenn die Dichtigkeiten der letztern, oder die Temperaturen gleich bleiben.

§. 698. Es folgt hieraus, daß, wenn zwey gleichartige Körper von ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, ſich die Wärme beider zuſammen gleichförmig durch das ganze Gemenge ausbreiten, und die Vertheilung des Ueberſchuſſes der Wärme den Volumen oder Maſſen derſelben proportional ſeyn müſſe. Die Erfahrung beſtätigt dieſe von Richmann angegebene Regel vollkommen, wenn man das zugleich in Anſchlag bringt, was von der Wärme während dem Zuſammenmiſchen an die umgebende Luft oder das Gefäß, worin man die Miſchung macht, tritt.

Wenn alſo T, t, die verſchiedenen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleichartigen Körper, M, m ihre Maſſen oder Volumina anzeigen, ſo iſt die Temperatur nach der Vermengung oder $x = \frac{T.M + t.m}{M + m}$. Wenn M = m iſt, ſo iſt $x = \frac{T + t}{2}$. Geſetzt, es werde 1 Pf. heißer Sand von 180 Gr. F. mit 1 Pf. Sand von 40 Gr. vermengt, ſo wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{180 + 40}{2} = 110$ Gr. werden, oder der Ueberſchuß 140 Gr. in dem einen Pfunde wird ſich unter beide Pfunde gleichförmig vertheilen, ſo daß

das wärmere Pfund $\frac{140}{2}$ oder 70 Grad verliert, und das kältere dagegen $\frac{140}{2}$ oder 70 Grad erlangt. Oder, wenn 10 Pf. Waſſer von 180 Gr. mit 6 Pf. Waſſer von 40 Gr. vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur nach der Vermiſchung $\frac{180 . 10 + 40 . 6}{10 + 6} = 127\frac{1}{2}$ Gr. werden. Aus der Formel $x = \frac{T . M + t . m}{M + m}$ folgt, daß $M : m = x - t : T - x$; und man kann daraus finden, wie groß die Maſſen oder Gewichte zweyer gleichartiger Körper, deren verſchiedene Temperaturen gegeben ſind, ſeyn müſſe, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Man habe z. B. Waſſer von 60 Gr. und von 180 Gr.; wie iſt das Verhältniß von jedem, um eine Temperatur von 96 Gr. des Gemiſchten hervorzubringen? Antw. $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$ d. h.: man wird von dem Waſſer von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermiſchen müſſen, um 96 Gr. warmes zu erhalten.

§. 699. Dieſe Regel findet aber gar nicht mehr ſtatt, ſobald man ungleichartige Körper von verſchiedenen Temperaturen mit einander vermengt. Hier vertheilt ſich der Ueberſchuß des wärmern weder nach Verhältniß der Gewichte dieſer Körper, noch nach Verhältniß ihrer Volume, und es ſind vielmehr ungleiche Quantitäten der freyen Wärme nöthig, um in gleichen Gewichten oder gleichen Volumen gleiche Veränderungen der Temperatur zuwege zu bringen. Wenn z. B. 1 Pf. Queckſilber und 1 Pf. Waſſer, das eine höhere Temperatur hat, als jenes, mit einander zuſammengerührt werden, ſo wird die Wärme des Gemenges allezeit größer ſeyn, als das arithmetiſche Mittel der vorigen Temperaturen; wenn aber das Queckſilber heißer iſt, als das Waſſer, ſo wird die Temperatur kleiner ſeyn, als das arithmetiſche Mittel.

Wenn z. B. 1 Pf. Queckſilber von 110 Gr. F. und 1 Pf. von 44 Gr. mit einander vermengt werden, ſo ſollte nach der vorigen Richmanniſchen Regel die Temperatur

des Gemenges 77 Gr. werden, ſie wird aber nur 47 Gr.; und wenn das Queckſilber 44 Gr. und das Waſſer 110 Gr. hat, ſo wird ſie 107 Gr. Wenn alſo das Pf. Queckſilber 63 Gr. durch Vertheilung verliert, ſo gewinnt das Waſſer nur 3 Gr.; und wenn hinwiederum das Waſſer 3 Gr. verliert, ſo gewinnt das Queckſilber 63 Gr.

§. 700. Wenn alſo die Temperatur eines Körpers A um n Grade wächſt oder vermindert wird, während die Temperatur des damit vermengten Körpers B von gleichem Gewicht um m Grade vermindert wird, oder wächſt, ſo können wir ſchließen, daß ſo viele Wärmetheilchen, als den Körper A um n Grade wärmer machen können, ein eben ſo großes Gewicht von B um m Grade erwärmen; und daß, wenn A und B bey gleichem Gewichte gleiche Temperatur haben, die Quantitäten der freyen Wärmetheilchen darin ſich verhalten wie m : n.

Weil in dem vorhergehenden Exempel die Wärme des Waſſers bey der Vermengung mit gleich viel Queckſilber um 1 Gr. wächſt oder vermindert wird, während die des Queckſilbers um 21 Gr. vermindert wird, oder wächſt, ſo ſchließt man, daß, ſo viel Wärmetheilchen, als das Waſſer um 1 Gr. wärmer machen können, ein eben ſo großes Gewicht Queckſilber um 21 Gr. erwärmen. Wenn alſo Waſſer und Queckſilber bey gleichen Gewichten gleiche Temperatur haben, ſo müſſen die freyen Wärmetheilchen in jenem ſich zu denen in dieſem verhalten wie 21 : 1.

§. 701. Dies Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmetheilchen in ungleichartigen Körpern bey gleicher Temperatur und gleichem Gewicht nennt man die ſpecifiſche Wärme (calor ſpecificus) nach Hrn. Wilke, oder die comparative Wärme, auch die Capacität der Körper für Wärme, nach Hrn. Crawford. Beſtimmt man das Verhältniß bey gleichem Volum, ſo nennt es Hr. Wilke die relative Wär-

Wärme. Man beſtimmt dieſe ſpecifiſche Wärme der Körper aus den Veränderungen der Temperaturen, die ſie zeigen, wenn ſie in verſchiedenen Temperaturen vermengt worden, und hernach auf eine gemeinſchaftliche gebracht worden ſind. Wenn die Gewichte der Körper A und B gleich ſind, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Wärmen m, n umgekehrt wie die Veränderungen x, y der Temperaturen, nachdem ſie auf eine gemeinſchaftliche gebracht worden ſind; oder es iſt $m : n = y : x$, folglich $m = \frac{ny}{x}$. Wenn die Gewichte P, p, der zu vermengenden Materie ungleich ſind, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Wärmen m, n, umgekehrt wie die Producte aus den Veränderungen x, y der Temperaturen in die Gewichte; oder es iſt $m : n = yp : xP$, folglich $m = \frac{nyp}{xP}$. Der Erfinder dieſer Formeln iſt Hr. Irvine.

Ein Pfund Queckſilber von 110 Gr. mit 1 Pf. Waſſer von 44 Gr. vermengt, giebt eine Temperatur von 47 Gr. Die Veränderung der Temperatur des Queckſilbers oder x iſt $110 - 47 = 63$, die des Waſſers oder y iſt $44 - 47 = 3$; folglich verhält ſich die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers oder m zu der des Waſſers oder n, wie $y : x = 3 : 63 = 1 : 21$; und es iſt alſo $m = \frac{1}{21}$, wenn $n = 1$. Wenn 14 Pf. Queckſilber oder P von 100 Gr. mit 1 Pf. Waſſer oder p von 50 Gr. vermengt werden, ſo wird vermöge der Erfahrung die gleichförmige Temperatur nach der gehörigen Vertheilung der Wärme 70 Gr. Hier iſt alſo $x = 100 - 70 = 30$, y hingegen $= 70 - 50 = 20$, folglich $m : n = p\, y : Px = 1 . 20 : 14 . 30 = 20 : 420 = 1 : 21$; das iſt, wie vorher.

§. 702. Der erſte, der hierüber Erfahrungen angeſtellt hat, war Hr. Wilke. Hr. Black und

Ir=

Irvine hatten ſich zwar auch ſchon mit dieſem Gegenſtande beſchäfftigt; die Reſultate ihrer Unterſuchungen wurden aber erſt nachher durch Hrn. Crawford bekannt gemacht, der ſelbſt mit vieler Sorgfalt die ſpecifiſche Wärme verſchiedener Körper zu beſtimmen geſucht hat. Man hat ſo die Reſultate dieſer Verſuche in Tabellen gebracht, und die ſpecifiſche Wärme des Waſſers dabey zur Einheit geſetzt. Dieſe Verſuche erfordern aber außerordentlich viel Genauigkeit, wenn die Reſultate nicht zu ſehr von der Wahrheit abweichen ſollen. Eine Hauptregel dabey iſt, keine ſolche Subſtanzen mit einander zu vermiſchen, die eine chemiſche Wirkung auf einander äußern, ſich wechſelſeitig auflöſen, oder ihre Form ändern, oder ein zuſammengeſetztes neues Product geben, weil dabey, wie die Folge lehren wird, aus den Körpern ſelbſt Wärmetheilchen frey oder verſchluckt werden können, die die berechnete Temperatur erhöhen oder vermindern. Hr. Crawford hat dieſe Regel nicht immer beobachtet, und eben deswegen ſind viele ſeiner Reſultate unzuläſſig. Viele Naturforſcher verwechſeln übrigens noch die latente Wärme mit dieſer ſpecifiſchen; was ganz irrig iſt. Die letztere iſt nur Verhältniß der freyen Wärmetheilchen in Körpern bey gleichen Temperaturen und Gewichten.

Sonſt iſt bey Anſtellung der Verſuche über die ſpecifiſche Wärme der Körper zu merken: 1) daß dazu Queckſilberthermometer gehören, die nicht nur ſehr genau, ſondern auch ſehr empfindlich ſind; 2) daß die Wärme, die während der Vermiſchung an die umgebende Atmoſphäre abgeſetzt wird, gehörig berechnet wird; 3) daß die kältere Subſtanz die Temperatur der Luft im Zimmer habe; 4) daß die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes, worin die Vermengung vorgenommen, ſelbſt gehörig beſtimmt, und der Einfluß deſſelben in Anſchlag gebracht ſey; 5) daß die Unterſchiede der ſehr niedrigen Temperatur ſowohl, als der ſehr großen vermieden wer=

werden, und 6) die Volumina ſo viel als möglich gleich genommen werden.

Wegen der Nichtbeobachtung der im §. angeführten Hauptregel bey dieſen Verſuchen ſind daher von Hr. Crawfords Erfahrungen die Reſultate zu verwerfen, die er bey der Beſtimmung der comparativen Wärme der Metallkalke, der Aſche, des Holzes, der brennbaren Luft, des Waizens, der Habergrütze, Bohnen, Gerſte, Fleiſches, Blutes u. a. herausbringt. Eben ſo auch die Reſultate, welche andere bey der Vermiſchung mit Waſſer und Salzen, Säuren, Alcohol, Eis, erhalten haben.

Verſuche über die eigenthümliche Menge des Feuers in feſten Körpern, und deren Meſſung, von Joh. Carl Wilke; in den neuen ſchwediſchen Abhandl. B. II. Leipz. S. 48., und in Crells neueſten Entd. der Chemie B. X. S. 163. Experiments and obſervations on animal Heat, and the inflammation of combuſtible bodies, being an attempt to reſolve thoſe phaenomena into a general law of nature, by *Adair Crawford.* Lond. 1779. 8. 1788. 8. Adair Crawfords Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme, a. d. Engl. herausgeg. von L. Crell 1789. 8. Prüfung der neuen Theorien über Feuer, Wärme, Brennſtoff und Luft, von Gren; in deſſen Journ. der Phyſ. B. I. S. 5. ff. S. 189. ff.

§. 703. Folgendes Verzeichniß giebt die ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper gegen die zur Einheit angenommene des Waſſers bey gleichen Gewichten und Volumen an.

		ſpecifiſche Wärme		
	eigenthüml. Gew.	bey gleichem Gew.	bey gleichem Volum	
Waſſer	1,000	1,000	1,000	
Gold	19,040	0,050	0,966	Wilke
Bley	11,456	0,042	0,487	—
Silber	10,001	0,082	0,833	—
Wismuth	9,861	0,043	0,427	—
Kupfer	8,784	0,114	1,027	—
Meſſing	8,356	0,116	0,971	—
Eiſen	7,876	0,126	0,993	—

Zinn

	eigenthüml. Gew.	ſpecifiſche Wärme bey gleichem Gew.	bey gleichem Volum	
Zinn	7,380	0,060	0,444	Wilke
Zink	7,154	0,102	0,735	—
Spießglaskönig	6,170	0,063	0,390	—
Agath	2,643	0,195	0,517	—
weißes Glas	2,386	0,187	0,448	—
Queckſilber	14,000	0,047	0,658	Black
Flintglas	3,329	0,174	0,579	Crawford
Terpenthinöhl	0,792	0,472	0,373	—
Baumöhl	0,913	0,710	0,648	—
Leinöhl	0,928	0,528	0,490	—
Schwefel	1,800	0,183	0,329	—
roher Kalkſtein	ſ	0,256	ſ	—
gebrannter Kalk	ſ	0,245	ſ	—
atmoſphäriſche Luft	ſ	1,796	ſ	—
Lebensluft	ſ	4,749	ſ	—
phlogiſtiſirte Luft	ſ	0,793	ſ	—
fixe Luft	ſ	1,045	ſ	—

Ich habe hier alle diejenigen Stoffe ausgelaſſen, bey deren Unterſuchung man die vorher angeführte Hauptregel aus der Acht gelaſſen hat.

Wirkungen der Wärmematerie auf die Körper.

Schmelzen. Verdunſtung.

§. 704. Die erſte Wirkung, die wir an denen der Hitze ausgeſetzten Körpern wahrnehmen, iſt die ſchon oben (§. 658.) angeführte Ausdehnung in einen größern Raum. Dieſe Ausdehnung iſt Folge der Expanſivkraft der Wärmetheilchen, und dies wird dadurch beſtätigt, daß durch fortgeſetzte verſtärkte Wirkung derſelben endlich der Zuſammenhang feſter Körper in einem ſo hohen Grade vermindert werden kann,

kann, daß dadurch Flüſſigkeit oder Liquidität entſteht. Die Wärmetheilchen, die frey durch die Zwiſchenräume der Körper ſtrömen, bewirken die Temperatur des durch vermehrte Hitze ausgedehnten Körpers, aber die Ausdehnung wird durch diejenigen Wärmetheilchen bewirkt, die mit den Körpertheilchen ſelbſt cohäriren, die eben deswegen in ihrer Expanſivkraft ſelbſt geſchwächt, und deren wärmeerzeugende Kraft alſo auch gemindert werden muß, ſo daß ſie bey gleicher Dichte nicht mehr die Intenſität der Hitze zeigen können. Eben deswegen pflanzt ſich dieſe cohärirende Wärme weit langſamer fort, als die ſtrahlende.

§. 705. Die Größe der Ausdehnung der Körper in der Hitze, bey gleichem Volum und gleicher Intenſität der mitgetheilten Hitze, richtet ſich nicht nach ihrem eigenthümlichen Gewicht. Allgemein aber dehnen ſich elaſtiſche Flüſſigkeiten ſtärker und ſchneller aus, als tropfbar flüſſige; dieſe ſtärker und ſchneller als feſte Körper. Werkzeuge, um die Zunahmen der Ausdehnung feſter Körper in der Hitze zu meſſen, hat man auch **Pyrometer** genannt. **Muſchenbroek**, **Bouguer**, **Smeaton** haben dergleichen angegeben. Ueber die Ausdehnbarkeit der Gasarten haben wir von Hr. **Morveau** Unterſuchungen.

Muſchenbroek introd. ad philoſ. nat. T. II. §. 1527. Experiences faites à Quito, ſur la dilatation et la contraction, qui ſouffrent les metaux par le chaud et le froid, par Mr. *Bouguer*; in den *Memoires de l' acad. roy. des ſc.* 1745. S. 230. *Smeaton* deſcription of a new pyrometer; in den *Philoſ. Tranſact. Vol. XLVIII.* 1754. *n.* 79. Lamberts Pyrometrie S. 119.

Verſuch über die Ausdehnbarkeit der Luft und der Gasarten durch die Wärme zur genauen Beſtimmung der Umfänge derſelbigen bey einer gegebenen Temperatur, von Hr. Morveau; in Grens Journ. der Phyſ. B. I. S. 293.

Fol-

Folgendes ſind die Reſultate verſchiedener Verſuche dieſer Art. Das Volum der Körper, das beym Eiſpuncte = 1,00000 angenommen worden iſt, wurde durch die Zunahme der Wärme bis zum Siedepunct

bey Glaſe	1,00083	Smeaton
Golde	1,00094	Bouguer
Bley	7,00286	Smeaton
Zinn	1,00248	—
Silber	1,00189	Herbert
Meſſing	1,00193	Smeaton
Kupfer	1,00170	—
Stahl	1,00122	—
Eiſen	1,00125	—
Queckſilber	1,01530	De Lisle
Weingeiſt	1,121 . .	Dúcreſt
atmoſphäriſcher Luft	1,9368 .	Morveau
dephlogiſtiſirter Luft	5,4767 .	—
phlogiſtiſirter Luft	6,9412 .	—
leichter brennbarer Luft	1,3912 .	—
Salpeterluft	1,6029 .	—
luftſaurem Gas	2,0094 .	—
flüchtig alkaliniſcher Luft	6,8009 .	—

§. 706. Von dieſer Ausdehnung der Körper in der Hitze iſt es herzuleiten, daß ſich das ſpecifiſche Gewicht der Körper (§. 320.), der Gang der Pendul (§. 251.), die Federkraft, Sprödigkeit und Zähigkeit der feſten Körper durch die Temperatur ändern kann.

§. 707. Durch die bey fortdaurender oder verſtärkter Einwirkung der Hitze vermehrte Ausdehnung feſter Körper kann endlich ihr Zuſammenhang ſo ſehr vermindert werden, daß ſie in den Zuſtand der Flüſſigkeit kommen, oder Verſchiebbarkeit der Theile in einem hohen Grade erlangen. Dieſe Wirkung des Wärmeſtoffs auf feſte Körper nennt man das Schmelzen (fuſio). Es iſt Folge der Expanſivkraft des Wärmeſtoffs und der dadurch bewirkten Verminderung des Zuſammenhangs der Körpertheilchen.

Die Schmelzbarkeit richtet ſich nicht nach dem eigenthümlichen Gewicht der Körper, ſondern hängt bey gleicher Intenſität des Wärmeſtoffs von der größern oder geringern Affinität der Theile des Körpers zu demſelben und der geringern oder größern Stärke des Zuſammenhangs in ſeinen eigenen Theilen ab. Alle tropfbar flüſſige Körper auf der Erde ſind nicht ſelbſtändig flüſſig, ſondern ſind in dem Zuſtande der Schmelzung durch Hülfe des Wärmeſtoffs. Durch denſelben haben ſie auch den geringen Grad der Elaſticität, den ſie äußern (§. 338.).

Verſchiedene Körper, beſonders die mehreſten Metalle und das Eis, ſchmelzen plötzlich und auf einmal; Eiſen, Platina, Fette, Harze hingegen erleiden allmählige Abſtufungen der Conſiſtenz.

§. 708. Einige Körper können durch keine Hitze, die wir jetzt hervorzubringen im Stande ſind, in Fluß gebracht oder geſchmolzen werden. Sie ſind aber deswegen wol nicht abſolut unſchmelzbar zu nennen. Denn alle können doch wenigſtens durch Hülfe anderer, mit denen ſie ſich chemiſch vereinigen, im Feuer zum Schmelzen gebracht werden. Die letztern nennt man deswegen **Flüſſe, Schmelzungsmittel.** Mehrere Körper, die für ſich ſchwerer ſchmelzen, kommen verbunden leichter in Fluß.

Beyſpiele: Kalkerde und Thonerde ſind für ſich unſchmelzbar; ſie ſchmelzen aber, wenn ſie vermengt ſind, in der Glühehitze.

Zinn, Bley, Wismuth ſchmelzen einzeln ſpäter, als wenn ſie vorher zuſammen geſchmolzen worden ſind; das gemiſchte Metall kann ſchon in der Siedhitze des Waſſers flüſſig werden.

Vermittelſt eines angezündeten Gemenges aus drey Theilen gereinigten trocknen Salpeter, zwey Theilen Schwefelblumen, und zwey Theilen feinen Sägeſpänen, kann man eine kleine Silbermünze in einer Nußſchaale ſchmelzen. (Baumé's ſchneller Fluß.)

§. 709. Wenn die geſchmolzenen Körper einer niedrigern Temperatur ausgeſetzt werden, als die iſt, wobey ſie zu ſchmelzen anfingen, ſo werden ſie wieder feſt. Man nennt dies das Geſtehen oder Gefrieren (congelatio). Es iſt Folge des Austrittes des ihren Theilen adhärirenden Wärmeſtoffs, und es geſchiehet ſchneller oder langſamer, theils nach der Verſchiedenheit der Differenz der Temperatur des geſchmolzenen Körpers und des umgebenden Mediums, theils nach der Leitungskraft des letztern für die Wärmetheilchen. Von der Cryſtalliſirung der Theile der Körper bey dieſem Geſtehen oder Gefrieren iſt oben (§. 131.) gehandelt worden.

§. 710. Eine andere und höchſt merkwürdige Veränderung der Form, welche ſehr viele, ſo wohl feſte, als flüſſige Körper erfahren, wenn ſie der Wirkung des Wärmeſtoffs unterworfen werden, iſt die Verwandelung derſelben in elaſtiſche oder expanſible Flüſſigkeit, nemlich in Dampf (vapor) und in Luft.

§. 711. Wenn nemlich Waſſer in einem gläſernen Gefäße der Hitze ausgeſetzt wird, und ſeine Temperatur endlich einen gewiſſen Grad erreicht hat, ſo ſehen wir, daß ſich eine Menge von Bläschen allenthalben an der Wand des Gefäßes anſetzen, die ſich nach und nach ablöſen, emporſteigen, und an der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Bey zunehmender Hitze des Waſſers nehmen dieſe Bläschen an Menge und Größe zu, ſo daß ſie bey ihrem Emporſteigen die Durchſichtigkeit des Waſſers endlich hindern. Zuletzt geräth die ganze Maſſe des Waſſers in Bewegung, wegen der Größe und Menge der

Blaſen, und das Waſſer wallt nun auf, **kocht** oder ſiedet. Bis zu dieſem Sieden ſteigt die Temperatur des Waſſers, wie ein hineingeſtelltes Thermometer zeigt. So wie es aber zum Sieden in einem offenen Gefäße gekommen iſt, bleibt das Thermometer, wofern es nur den Boden oder die Wände des Gefäßes nicht berührt, in dem Waſſer auf dem erhaltenen Puncte unveränderlich. Die Blaſen, die im kochenden Waſſer aufſteigen, ſind der **Dampf des Waſſers**. Dieſer Dampf iſt vollkommen durchſichtig, wie die Luft, und bleibt auch beym Heraustreten aus dem Waſſer unſichtbar und elaſtiſch, ſo lange er die dazu nöthige Wärme hat, oder nicht durch Druck vernichtet wird. So verwandelt ſich nun bey fortdaurender Hitze das Waſſer nach und nach ganz in Dampf, und wird als ſolcher fortgeführt. Durch Abkühlung in der atmoſphäriſchen Luft oder bey Berührung kälterer Körper wird dieſer Waſſerdampf wieder ganz oder zum Theil vernichtet; und eben ſo auch durch Zuſammendrückung; und ſo kehrt dann das Waſſer aus dem expanſiblen, dampfförmigen Zuſtande wieder zurück zum tropfbarflüſſigen, oder auch zum feſten Waſſer, wenn die Abkühlung bis unter den Gefrierpunct geht.

§. 712. So ſind nun mehrere feſte und flüſſige Körper oder Beſtandtheile derſelben fähig, bey einem angemeſſenen Feuersgrade in eine elaſtiſch flüſſige Materie, in Dampf, verwandelt, und durch Abkühlung daraus wieder als flüſſiger oder feſter Stoff niedergeſchlagen zu werden. Der dazu nöthige Grad der Hitze iſt bey den verſchiedenen Körpern gar ſehr verſchieden.

Aether und Weingeiſt ſieden bey geringerer Hitze, als Waſſer, dieſes bey geringerer als fette Oehle und Queckſilber. Schwefel verdampft früher als Wismuth, Zink, Spießglaskönig, Arſenikkönig. Aber auch das ſonſt ſo feuerbeſtändige Gold und Silber können zur Verdampfung gebracht werden.

§. 713. Aber die Erfahrung lehrt auch, daß der Druck der atmoſphäriſchen Luft, die über der Fläche der kochenden Flüſſigkeit ſich befindet, den Grad der Hitze, bey dem eine und dieſelbe Flüſſigkeit ſiedet, ſehr abändert; daß eine deſto größere Hitze dazu erfordert werde, je größer dieſer Druck der Luft ſey, und daß einerley Flüſſigkeit, um ſo eher und bey deſto geringerer Hitze ſiede, je geringer der Druck der Luft darauf ſey. Hierauf gründet ſich eben die oben (§. 672.) angeführte Berichtigung des Siedepuncts am Thermometer. Der Grund davon liegt in dem größern oder geringern Widerſtande und Drucke, der ſich der Bildung des elaſtiſch-flüſſigen Dampfes entgegenſetzt. In hohen Gegenden der Atmoſphäre kocht daher das Waſſer bey einer niedrigern Temperatur, als in niedrigern Gegenden; und im leeren Raume der Luftpumpe bey ſehr mäßiger Temperatur.

Der Pulshammer.

Ueber das Verhältniß zwiſchen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeiten, und den Grad der Wärme, den ſie beym Kochen annehmen, von Hrn. Achard; in ſeinen phyſ. chem. Verſ. B. I. S. 213. ff.

§. 714. In verſchloſſenen Gefäßen, aus welchen die elaſtiſchen Dämpfe nicht entweichen können, und daher auf die Flüſſigkeit nothwendig zurückwirken, brauchen deswegen auch dieſe einen weit größern Grad von Hitze, um zum Sieden gebracht zu werden; und die Dämpfe nehmen darin auch einen unge-

gemein hohen Grad von Elaſticität an, und nähern ſich endlich mehr dem luftförmigen Aggregatzuſtande.

§. 715. Beyſpiele von der Elaſticität der Dämpfe, und ihren Wirkungen, geben:

1) Die Windkugel, oder Dampfkugel (Aeolipila).

Wolfs nützl. Verſ. zu genauer Erkenntn. der Nat. und Kunſt, Th. I. Cap. 7.

2) Die Knallkügelchen.

3) Der papinianiſche Topf (digeſtor *Papini*).

La maniere d' amolir les os, ou de faire cuire toutes ſortes de viandes en fort peu de tems, par Mr. *Papin*. à Amſterd. 1681. 8. Verſuch einer neuen Vorrichtung von Papins Digeſtor, von Wilke; in den ſchwed. Abhandl. B. XXXV. S. 3. und in Crells neueſten Entd. Th. I. S. 88. ff.

4) Die Dampf- oder Feuermaſchine: a) die ältere; b) die von Watt und Boulton ſehr verbeſſerte.

a) *Io. Friderici Weidleri* Tractatus de machinis hydraulicis toto terrarum orbe maximis, marlyenſi et londinenſi, Vitembergae 1729. 4. *Leupold* theatr. machinar. hydraulic. T. II. §. 202. ff. *Belidor* architectura hydraulica, Augsb. 1740. Th. I. B. IV. Cap. 3.

b) Göttingiſches Magazin der Wiſſenſch. von Lichtenberg und Forſter, Jahrg. III. St. II. S. 218. ff. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. I. S. 561. ff.

Eine detaillirte Beſchreibung der innern Einrichtung von Watts Feuermaſchine beſitzen wir noch nicht. Hr. D. B. Bückling, der in unſerer Nachbarſchaft eine Feuermaſchine nach Boultons und Watts Einrichtung angelegt hat, hat eine Beſchreibung davon verſprochen.

Berechnungen über die Elaſticität der Dämpfe ſehe man in: Memoire ſur la force expanſive de la vapeur de l'eau — par Mr. *de Betancourt*, à Paris 1792. 4.

§. 716.

§. 716. Daß der Wärmeſtoff Urſach an der Bildung der Dämpfe ſey, daran zweifelt wol jetzt niemand; und daß er es ſey, wird dadurch bewieſen, daß zur Hervorbringung der Dämpfe Wärme erforderlich iſt; daß mit der Zunahme der Wärme die Bildung des Dampfes befördert und beſchleunigt wird; daß der Dampf, bey Vernichtung deſſelben durch Druck, Wärme abſetzt; und daß er durch Entziehung der Wärme aufhört, Dampf zu ſeyn. Der Dampf entſteht durch die noch größere Menge des Wärmeſtoffs, die mit den Theilchen des in Dampf zu verwandelnden Körpers cohärirt, als mit denen in tropfbarer Flüſſigkeit befindlichen, dergeſtalt, daß ſie nun auch an der Expanſivkraft des Wärmeſtoffs einen weit größern Antheil nehmen, in den Zuſtand der eigentlichen Expanſibilität oder Elaſticität übergehen, und wegen des geringen eigenthüml. Gewichts in der Luft aufſteigen oder darin vermiſcht ſeyn können.

§. 717. Wir müſſen alſo in den Dämpfen, als zuſammengeſetzten Körperarten, die Baſis, oder den Stoff unterſcheiden, der an ſich nicht expanſibel iſt, wie im Waſſerdampfe das Waſſer, und das urſprünglich expanſive Weſen, nemlich den Wärmeſtoff, oder nach Hrn. De Luc das fortleitende Flüſſige (fluidum deferens), durch welches jene Baſis zur expanſiblen Flüſſigkeit wird, (§. 337.) und durch deſſen Entziehung es aufhört elaſtiſch zu ſeyn. Durch die Cohärenz des Wärmeſtoffs mit der Baſis des Dampfes verliert jener ſeine Strahlung und ſeine Wärmeerzeugende Kraft, oder wird latent; wie die nähere Betrachtung dieſes Umſtandes in der Folge lehren wird, und eben hieraus iſt die Fixität des

Sie-

Siedepunctes beym bleibenden Druck der Atmoſphäre, und auch ſelbſt die Urſach zu erklären, warum die verſchiedenen Stoffe einen ſo unterſchiedenen Grad von Hitze erfordern, um in Dämpfe verwandelt zu werden.

§. 718. Die Luft trägt zur Erzeugung der Dämpfe nichts bey. Sie iſt vielmehr durch ihren Druck derſelben in etwas hinderlich; und es muß die Hitze allemal dieſen Widerſtand der Luft erſt überwinden, oder eigentlicher, es iſt bey dem Druck der Atmoſphäre eine deſto größere Menge des Wärmeſtoffs zur Bildung des Dampfes nöthig, um eine Expanſibilität zu beſitzen, die der Elaſticität der Luft gleich iſt. Iſt der Druck der Luft geringer, ſo bedarf es einer geringern Menge von Wärmeſtoff, um eben dieſelbe Quantität der Baſis in gleich elaſtiſcher Form zu erhalten. Wird den Dämpfen durch eine niedrige Temperatur der umgebenden Mittel ein Theil des Wärmeſtoffs entzogen, ſo kann dieſelbige Quantität der Baſis bey gleichem Druck der Atmoſphäre nicht mehr expanſibel bleiben, und ein Theil derſelben wird abgeſchieden. Der Dampf des Waſſers kann alſo bey allen Temperaturen in der Luft als expanſible und völlig unſichtbare Flüſſigkeit beſtehen, nur daß ein deſto geringeres Verhältniß der Baſis (des Waſſers) zur abſoluten Quantität des expanſiven Stoffs (der damit cohärirenden Wärmematerie) darin ſtattfindet, je größer der Druck der Atmoſphäre bey gleicher Temperatur iſt; und daß eine deſto geringere abſolute Quantität des Dampfs beſtehen kann, je niedriger die Temperatur der Luft bey gleichem Drucke iſt; und umgekehrt. Ohne den Druck der Atmoſphäre würden wir bey der mittlern Tempera-

ratur derſelben gewiß kein tropfbar flüſſiges Waſſer kennen; ſondern es würde alles zur expanſiblen Flüſſigkeit oder Dampf werden. Dieſe richtigern und genauern Vorſtellungen von der Natur des Dampfes verdanken wir Herrn de Luc, der dadurch neue Ausſichten für die Meteorologie eröffnet hat.

De Luc nouvelles Idées ſur la meteorologie T. I. II. à Londres 1786. 8. J. A. de Luc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Franz. Th. I. II. Berl. u. Stettin 1787. 1788. 8. Zweyter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie, über die Wärme, das Schmelzen, und die Verdunſtung; in Grens Journ. d. Phyſ. B. II. S. 402. Dritter Brief des Hrn. de Luc über die Dämpfe, die luftförmigen Flüſſigkeiten und die atmoſphäriſche Luft; ebendaſelbſt Th. III. S. 132.

§. 719. Ueberhaupt bedarf es gar nicht der Auflöſung des Waſſers in der Luft, um ſich die Phänomene der Verdampfung des Waſſers zu erklären, und darauf einen Unterſchied zwiſchen wirklicher Verdampfung (evaporatio) und Ausdünſtung (exhalatio) zu begründen. Jede Ausdünſtung iſt vielmehr eine wahre Verdampfung, die bey einer niedrigern Temperatur der Luft nur deswegen langſamer und in geringerer Menge ſtattfindet, weil dann eine geringere Quantität des Wärmeſtoffs zugegen iſt, der durch ſeine Cohärenz mit der Baſis dieſe dampfförmig machen muß. Die Gründe für die Auflöſung des Waſſers in der Luft, und die dadurch bewirkte Ausdünſtung, hat Hr. de Luc umſtändlich und gründlich widerlegt. Ich werde in der Folge beym Waſſer auf dieſen Gegenſtand wieder zurückkommen.

De Luc vorher (§. 718.) angeführte Schriften. Ebendeſſelben Prüfung einer Abhandlung des Hrn. Monge über die Urſach der hauptſächlichſten Phänomene der Meteorologie; in Grens Journ. der Phyſ. B. VI. S. 121.

Zu

Zu den hauptſächlichſten Vertheidigern der Aufſlöſung des Waſſers in der Luft, als Urſach der Ausdünſtung, gehören Hr. Le Roi (Mémoire ſur l' elevation et la ſuſpenſion de l' eau dans l' air; in den *Memoires de l' acad. roy. des ſc. de Paris*, 1751. S. 481.) und Hr. Zube (über die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre, Leipz. 1790. 8.).

§. 720. Wenn den Dämpfen plötzlich ihr Wärmeſtoff durch Berührung mit der kältern Atmoſphäre entzogen wird, oder ſie ſonſt einem ſtärkern Drucke ausgeſetzt werden, ſo bilden dieſe zerſetzten Dämpfe einen ſichtbaren **Nebel** oder **Rauch**. Mit Unrecht nennt man denſelben noch einen Dampf, da er gar nichts mit der Natur des Dampfes gemein hat. Er beſitzt keine Elaſticität mehr; und iſt nichts, als die Baſis des Dampfes, die ihres expanſiven Stoffes beraubt iſt. Sie ſchwimmt vermöge ihrer höchſt feinen Zertheilung in der Atmoſphäre, und folgt ihrem Zuge, bis ſie durch mehrere Aneinandernäherung ihrer Theilchen zum concreten tropfbarflüſſigen oder feſten Stoffe zuſammentritt, und ſich niederſchlägt; oder ſich durch neue Hinzukunft vom Wärmeſtoff wiederum in elaſtiſche und unſichtbare Flüſſigkeit verwandelt. Wolken ſind daher nicht Waſſerdünſte, die in der Luft ſchwimmen, ſondern das höchſt fein zertheilte Waſſer, das aus dem Elaſtiſch-Flüſſigen, was es vorher bildete, bey der Zerſetzung deſſelben niedergeſchlagen worden, und noch nicht zum zuſammenhängenden Tropfbarflüſſigen zuſammengetreten iſt. Hr. **von Saußure** ſchreibt dieſem Nebel eine Bläschengeſtalt zu.

Verſuch über die Hygrometrie, durch Horaz Bened. de Saußure, a. d. Franz. von J. D. T. Leipz. 1784. 8. S. 239.

§. 721.

§. 721. Manche Subſtanzen werden durch die Hitze in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandelt, die keinesweges in der Kälte oder durch äußern Druck wieder zum tropfbar flüſſigen oder feſten Körper zuſammentreten, wie die eigentlichen Dämpfe thun, und die ſich alſo von dieſen durch die Permaneität ihrer Elaſticität unterſcheiden. Sie beſtehen, wie Dämpfe, aus einer nicht elaſtiſchen Baſis und dem Wärmeſtoff; allein beide ſind (wahrſcheinlich durch Lichtmaterie) chemiſch vereiniget; da in den Dämpfen der Wärmeſtoff mit der Baſis mehr mechaniſch cohärirt. Wir werden von dieſer Claſſe der elaſtiſchen Flüſſigkeiten in der Folge unter dem Namen der **Gasarten** handeln.

§. 722. Diejenigen Körper übrigens, welche ſich durch die Hitze in Dämpfe oder auch in Gasarten verwandeln laſſen, nennt man **flüchtig** (corpora volatilia), und ſetzt ihnen die **feuerbeſtändigen** (corpora fixa) entgegen, die der Verflüchtigung oder Verdampfung und Verdunſtung in der Hitze widerſtehen. Indeſſen iſt die Flüchtigkeit und Feuerbeſtändigkeit der Körper nur relativ, und im Grunde giebt es wol keine abſolut feuerbeſtändige Körper. Auch liegt der Grund der größern oder geringern Flüchtigkeit oder Feuerbeſtändigkeit der Körper, nicht, wie Macquer annimmt, in der größern oder geringern Ausdehnbarkeit derſelben in der Hitze, ſondern vielmehr in ihrer eigenthümlichen Verwandtſchaft zum Wärmeſtoff, die ſich nach keinem allgemeinen Geſetze richtet.

§. 723. Da in einem Körper oft feuerbeſtändige und flüchtige Beſtandtheile, und dieſe wieder von verſchiedenen Graden gemiſcht ſind, ſo ſieht man auch

leicht

leicht ein, daß derſelbe durch die Entweichung flüchtiger Beſtandtheile in der Wärme in ſeiner Miſchung, und alſo auch nothwendig in ſeinen Eigenſchaften und ſeiner Natur ſehr abgeändert werden müſſe; daß ferner Körper in der Hitze ſchwinden und in einen kleinern Raum zuſammentreten; und endlich die Körper ſelbſt in ungleichartige Beſtandtheile zerlegt werden können. Auf dieſe Verdampfung der Körper in der Hitze und die Zerſetzung der Dämpfe durch Abkühlung gründen ſich noch die wichtigen Operationen des Deſtillirens und Sublimirens (ſublimatio, deſtillatio) in der Chemie, wobey Körper oder gewiſſe Beſtandtheile derſelben in dazu ſchicklichen Gefäßen und einem angemeſſenen Grade der Hitze in Dämpfe verwandelt, und hernach durch Abkühlung wieder verdichtet werden. Bey jener treten ſie zu einem tropfbarflüſſigen, bey dieſer zu einem feſten Körper zuſammen.

Unmerkbare Wärmematerie.

§. 724. Es ſey eine Maſſe geſtoßenes Eis in einem Gefäße ſo weit erkaltet, daß ein hinein geſtelltes Thermometer 10 Gr. Fahrenh. zeige. Man bringe das Gefäß in ein geheiztes Zimmer, ſo daß die kalte Maſſe nun einem beſtändigen gleichförmigen Wärmeſtrome ausgeſetzt ſey. Das Thermometer wird nun bis 32 Gr. ſteigen, aber hier ſtille ſtehen, wenn auch gleich der Wärmeſtrom, der dem Eiſe zufließt, der nämliche bleibt. Die Temperatur des Eiſes ſteigt nun nicht höher, ſo viel Wärmetheilchen ihm auch zugeführt werden; aber es ſchmelzt nach und nach, und erſt dann, wenn dies geſchehen iſt, ſteigt das Ther-

Thermometer allmählig höher. Erhitzt man das nunmehr tropfbar flüſſige Waſſer in dem Gefäße über dem Feuer noch ſtärker, ſo gelangt das Thermometer endlich an den Siedepunct, wenn das Waſſer zum Kochen gekommen; aber nun tritt wieder der Stillſtand deſſelben ein, und es ſteigt nicht höher, der dem Waſſer zugeführte Wärmeſtrom mag noch ſo groß ſeyn, ſo lange nur das Waſſer das Thermometer umgiebt. — Oder, man vermiſche ein Pfund Schnee, deſſen Temperatur 32 Gr. F. iſt, mit einem Pfunde Waſſer von 120 Gr. Nach der Richmannſchen Regel (§. 698.) ſollte die Temperatur des Gemiſches 76 Gr. werden; ſie bleibt aber 32 Gr.

§. 725. Der auf das Eis wirkende Wärmeſtrom erhöhet alſo die Temperatur des Eiſes eben ſo wenig über den Gefrierpunct, als der auf das Tropfbarflüſſige wirkende es über den Siedepunct erhitzen kann. Die Wirkung der Wärmetheilchen auf das Eis ſchränkt ſich alſo darauf ein, die Form oder den Aggregatzuſtand des Eiſes zu verändern, und daſſelbe in tropfbar flüſſiges Waſſer zu verwandeln; ſo wie die Wirkung derſelben auf das tropfbarflüſſige Waſſer bey der Siedehitze ebenfalls ſich darauf einſchränkt, es in Dampf zu verwandeln. So lange dieſe Verwandlung dauert, bleibt das Thermometer im erſtern Falle auf dem Gefrierpuncte, im andern auf dem Siedepuncte unverändert ſtehen.

§. 726. Da die dem ſchmelzenden Eiſe oder dem ſiedenden Waſſer mitgetheilte Wärmematerie alſo keine höhere Temperatur, keine vermehrte Wirkung auf unſer Gefühl oder aufs Thermometer darin hervorbringt, ſondern ihre thermometriſche und erwärmen-

mende Kraft dadurch ganz verliert, daß ſie das feſte Waſſer in tropfbar flüſſiges, oder dieſes in Dampf verwandelt, ſo nennt man ſie deswegen **unmerkbare, verborgene**, auch wol **gebundene** oder **figirte Wärmematerie** (calor inſenſibilis, latens, fixatus). Die Quantität der Wärmetheilchen nemlich, die zur Aenderung des Aggregatzuſtandes des feſten Waſſers in liquides, oder des liquiden in dampfförmiges verwandelt werden muß, muß für das Thermometer und das Gefühl verlohren gehen; und in der That kömmt ſie auch wieder als freye Wärmematerie zum Vorſchein, wenn der Dampf des Waſſers zum tropfbarflüſſigen Waſſer durch Zuſammendrückung, oder das flüſſige Waſſer plötzlich zum Gefrieren gebracht wird, wie dies die Folge lehren wird.

§. 727. Mit Recht unterſcheidet man aber die **unmerkbar gewordene** Wärmematerie in der doppelten Hinſicht, als **adhärirende** und als **chemiſch gebundene**. Die von dem Eiſe bey ſeinem Uebergang zum tropfbar flüſſigen Waſſer, oder von dieſem bey der Verwandlung in Dampf, verſchluckte Wärmematerie hat zwar darin ihre Strahlung verlohren; aber die Verbindung derſelben darin mit den Waſſertheilen, oder mit der Baſis, iſt doch ſo locker, daß jeder kältere Körper von einer niedrigern Temperatur ſie ſchon entzieht, oder daß keine chemiſche Wirkung nöthig iſt, um ſie zu trennen. Z. B. Die unter dem Gefrierpunct erkaltete Luft entzieht dem tropfbar flüſſigen Waſſer den darin verborgenen Wärmeſtoff, der die Liquidität deſſelben hervorbrachte. Der Stoff der Wärme iſt alſo im Grunde nur adhärirend. Dieſe Schmelzungs- und Ver-

dam-

dampfungswärme nenne ich daher verborgene Wärmematerie mit Hrn. Pictet, um ſie ſo von der eigentlich chemiſch gebundenen zu unterſcheiden. Beide zuſammen aber begreife ich unter dem Namen der unmerkbaren Wärmematerie. Die chemiſche Bindung des Wärmeſtoffs findet bey der Bildung der Luftarten ſtatt, die weder durch mechaniſche Zuſammendrückung, wie der Dampf, noch durch eine niedrige Temperatur, wie der Dampf und das tropfbar flüſſige Waſſer, ihres expanſiven Wärmeſtoffs beraubt werden können. Dieſe chemiſche Bindung des Wärmeſtoffs ſcheint mir aber bloß vermittelſt des Lichts, wie im Brennſtoff, ſtattfinden zu können.

Pictet a. a. O. §. 22. ff.

§. 728. Es iſt nicht bloß das Waſſer, was bey der Aenderung ſeiner Form Wärmeſtoff verſchluckt oder wieder entläßt, ſondern es findet dies bey allen Körpern ſtatt, wenn ſie eine Aenderung ihrer Form erleiden. Der Stoff der Wärme kann ſolchergeſtalt auf eine höchſt mannigfaltige Weiſe bald frey, bald wieder unmerkbar werden, und es kann alſo Erhitzung und Kälte in ſehr vielen Fällen bloß durch die Veränderung hervorgebracht werden, welche die Körper in Abſicht ihrer Form erleiden. Die hieher gehörigen Fälle laſſen ſich unter folgende ſechs Geſetze bringen.

Gren Ueberſicht der Geſetze, nach welchen ſich die Capacität der Körper gegen den Wärmeſtoff bey Veränderung der Form ihrer Aggregation richtet, und welche zur Erklärung vieler hierher gehörigen Phänomene dienen können; im Journ. der Phyſ. B. II. S. 24. ff.

§. 729. **I. Der freye Wärmeſtoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der Feſtigkeit in den der tropfbaren Flüſſigkeit übergehen.**

Hieraus erklärt ſich:

1) Die Fixität des Gefrierpunctes im ſchmelzenden Schnee oder Eiſe. (§. 724.).

De Luc Unterſ. über die Atmoſph. Th. I. §. 438. e—g; deſſelben neue Ideen über die Meteorologie §. 179.

2) Der Verſuch des Hrn. Wilke mit Schnee und warmen Waſſer (§. 724.). Ein Pf. Schnee von 32 Gr. F. mit 1 Pf. heißem Waſſer von 162 Gr. F. giebt eine Temperatur von 32 Gr. Der Schnee wird völlig geſchmolzen. Wenn das Waſſer über 162 Gr. heiß iſt, ſo vertheilt ſich bloß der Ueberſchuß über 162 Gr. gleichförmig unter das entſtandene Waſſer. Die Menge der vom Schnee verſchluckten Wärme iſt alſo 130 Gr.; nach Hrn. Black 140 Gr.

Wilke in den ſchwed. Abhandl. J. 1772. B. XXXIV. S. 93.; und in den neuen ſchwed. Abh. J. 1782. Th. II. Crawford Verſ. und Beob. S. 56. ff. De Luc neue Ideen über die Met. §. 211.

3) Die Erkältung durch ſchmelzendes Eis oder Schnee, die deſto größer iſt, je ſchneller das Schmelzen deſſelben geſchiehet. Daher

4) die große und ſtarke Erkältung durch Schnee und rauchenden Salpetergeiſt.

5) Die Erkältung bey der Auflöſung kryſtalliniſcher Salze in Waſſer.

6) Die ſtarke Erkältung beym Schmelzen des Schnees mit Salzen. Die größeſte Kälte, die durch jedes Salz mit Schnee oder Eis beym Schmelzen hervorgebracht wird, iſt diejenige, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes gefriert; denn nun fällt die Urſach der Erkältung weg.

Blagden Verſuche über das Vermögen verſchiedener Subſtanzen, den Gefrierpunct des Waſſers tiefer herabzubringen; in Grens Journ. d. Phyſ. B. I. S. 389.

7) Die ſtarke Erkältung durch die Auflöſung des gepulverten kryſtalliniſchen Glauberſalzes in Salpeterſäure nach Walker.

Verſuche über die Hervorbringung einer künſtl. Kälte, von Rich. Walker; in Grens Journ. d. Phyſ. B. I. S. 419.; Ebendeſſelben Verſ. über das Gefrieren des Queckſilbers, ebendaſ. B. II. S. 358.

§. 730. II. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und ſenſiblen in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den der Feſtigkeit übergehen; oder die überhaupt ſich mehr verdicken.

Dies Geſetz iſt das umgekehrte des vorigen, und eine ganz natürliche Folge davon. Die Körper, die Wärmeſtoff verſchluckt haben, um geſchmolzen zu ſeyn, müſſen beym Geſtehen denſelben wieder entlaſſen, und ſolchergeſtalt eine Temperaturerhöhung erleiden. Wenn das Waſſer gefriert, ſo ſetzt es alſo die Schmelzungswärme wieder ab. Bey dem allmählichen Gefrieren läßt ſich freylich wegen der in jedem Augenblicke nur unmerklich entwickelten Wärme dieſe nicht durchs Gefühl und Thermometer wahrnehmen; allein eben in dieſer freywerdenden Wärmematerie liegt der Grund, warum das Waſſer beym Gefrierpunct der Luft nicht plötzlich und durchaus gefriert; und warum das bey einer ſtärkern Kälte gefrierende Waſſer doch 32° ſo lange behält, bis es durchaus gefroren iſt. Es erklärt ſich ferner aus dieſem Geſetze:

1) Warum Waſſer, das durch Bedeckung mit Oehl, und Ruhigſtehen, ohne zu gefrieren bis unter den Gefrierpunct erkaltet war, wenn es nun durch Schütteln oder Erſchüttern, oder Umrühren, zum Gefrieren gebracht wird, ein darin geſtelltes Thermometer bis 32° erhebt.
   Blagden a. a. O. S. 87.

2) Warum z. B. von 1 Pf. Waſſer von 32° mit 1 Pf. Schnee von 4° vermiſcht, faſt ⅓ Pf. Waſſer gefriert, und das ganze Gemiſch auf 32° kömmt.

3) Warum Salzſolutionen, die nach dem Abrauchen in der Hitze kryſtalliſirungsfähig geworden ſind, weit ſpäter erkälten, als eben ſo ſtark erhitztes Waſſer von eben dem Gewicht, oder eben dem Umfange, wenn ſie beide unter gleichen Umſtänden in ein kälteres Medium geſetzt werden.

4) Warum eine geſättigte Auflöſung des Glauberſalzes, die bey der vollkommenen Ruhe in einem verſtopften Glaſe erkältete, ohne ſich zu kryſtalliſiren, im Augenblick des Kryſtalliſirens beym Schütteln ſich erhitzt.

5) Warum zerfallnes Glauberſalz, Bitterſalz, Mineralalkali, gebrannter Alaun, gebrannter Borax, u. d. gl. bey der Vermiſchung mit Waſſer von eben der Temperatur Erhitzung zuwege bringen, da eben dieſe Salze

im kryſtalliniſchen Zuſtande Erkältung bewirken. Es wird nemlich im erſtern Falle das Waſſer zum feſten oder Kryſtalliſationswaſſer.

Gren a. a. O. S. 36.

6) Warum ſich gebrannter Gyps, und noch mehr der gebrannte ungelöſchte Kalk, mit Waſſer erhitzt. Das flüſſige Waſſer wird nemlich damit zum feſten Kryſtalliſationswaſſer.

7) Woher die ſtarke Erhitzung der gebrannten Bitterſalzerde mit Vitriolöhl rührt.

Gren a. a. O. S. 39.

8) Woher die Erhitzung der gebrannten Kalkerde, der luftleeren Alkalien, der Metalle bey der Auflöſung in concentrirten Säuren kömmt.

9) Warum ſich Vitriolöhl, Salpeterſäure, mit Oehlen vermengt, erhitzt. (Selbſtentzündung der ätheriſchen Oehle durch Salpeterſäure.)

10) Warum geſchmolzener Talg, Fett, Harze, Wachs, ſo ſpät erkalten.

11) Warum Vitriolöhl und Waſſer, Weingeiſt und Waſſer, Eſſig und Waſſer, Mehl und Waſſer mit einander bey gleicher Temperatur vermiſcht, eine erhöhete Temperatur erhalten.

§. 731. III. Der freye Wärmeſtoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den des Dampfes übergehen.

Dies Geſetz erklärt:

1) die Fixität des Siedepunctes des an freyer Luft bey unverändertem Druck der Atmoſphäre kochenden Waſſers (§. 672.).

2) Die Erſcheinung, daß Waſſer, welches im verſchloſſenen papinianiſchen Topfe bis über den Siedepunct erhitzt iſt, ſogleich zum Siedepunct zurückkehrt, ſo wie der Dampf durch eine Oeffnung ſeinen Ausgang nehmen kann.

Crawford a. a. O. S. 45.

3) Warum 8 Pf. Eiſenfeile von 300° F., mit 1 Pf. Waſſer von 212° vermengt, nur eine Temperatur von 212° des Gemenges hervorbringen.

Crawford a. a. O. S. 61.

4) Warum offene Gefäße, worin Waſſer kocht, durch das Feuer nicht merklich über den Siedepunct erhitzt werden können.

5) Warum ein Zwirnsfaden, der um ein mit Waſſer gefülltes, verſtopftes Medicinglas dicht gebunden iſt, über der Flamme eines Lichtes nicht verbrennt.
6) Die Abkühlung der Zimmer im Sommer durch Beſprengen mit Waſſer.
7) Das Sinken eines empfindlichen Luftthermometers unter der Glocke der Luftpumpe beym Verdünnen der feuchten Luft darunter.
   Gren a. a. O. S. 49.
8) Die ſtarke Erkältung beym Verdunſten des Aethers. (Franklins Problem.).
9) Die ſogenannte Kälte erzeugende Kraft des lebenden Menſchen, in einem Medio, das über die Temperatur der Blutwärme erhöhet iſt.

Endlich erklärt dies Geſetz auch die weiſe Einrichtung unſerer thieriſchen Haushaltung in Anſehung der Ausdünſtung unſeres Körpers und des Athemholens, und des hauptſächlichſten Nutzens beider zur Ausſcheidung des Ueberſchuſſes der Wärme und zur Erhaltung ihres Gleichgewichts. (M. ſ. *Chr. Henr. Guil. Roth* diſſ. de tranſpiratione cutanea, aequilibrii caloris humani conſervationi inſerviente. Hal. 1793. 8.).

§. 732. IV. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und ſenſibelen in Körpern, die aus dem Zuſtande des Dampfes zu tropfbar flüſſigen oder feſten werden.

Dies Geſetz iſt wieder das umgekehrte des vorigen. Als Beyſpiele zur Erklärung dienen:

1) Warum eine kleine Quantität Waſſer in Dampfgeſtalt, z. B. bey Deſtillationen, weit mehr Wärme bey ſeinem Niederſchlagen abſetzt, als eine gleiche Quantität Waſſer, wenn auch die Temperatur in beiden gleich iſt.
   Gren a. a. O. S. 53.
2) Warum der Waſſerdampf bey ſeiner Zuſammendrückung und daher entſtehenden Vernichtung Temperatur-Erhöhung bewirkt; und warum unter der Glocke der Luftpumpe ein empfindliches Luftthermometer ſteigt, wenn man zu dem im Guerickſchen Raume enthaltenen Dunſte Luft läßt:

Nach Hrn. Watts Erfahrung iſt die Quantität des Wärmeſtoffs, der als latenter im Waſſerdampfe bey gleicher Temperatur mehr enthalten iſt, als im kochenden Waſſer von eben dem Gewicht, ſo groß, daß, wenn er in einer nicht verdunſtbaren Subſtanz von ei-

nerley Capacität und Gewicht mit dem Waſſer frey und ſenſibel würde, die Temperatur dieſer Maſſe um 943° erhöhen würde.

De Luc neue Ideen S. 249 — 258.

§. 733. **V. Der freye Wärmeſtoff wird verſchluckt und zum unmerkbaren, wenn Subſtanzen die Gasgeſtalt annehmen.**

VI. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zuſtand verlieren, und zum flüſſigen oder feſten Stoff niedergeſchlagen werden.

Dieſe Geſetze erklären:

1) Warum luftſaurer Kalk ſich mit Säure wenig oder nicht erhitzt, da es doch der gebrannte thut.

2) Warum luftſaures flüchtiges Alkali mit Salpeterſäure viel mehr erkältet, ätzendes hingegen ſich damit erhitzt.

3) Warum luftſaure Bittererde ſich mit Vitriolöhl nicht ſo erhitzt, als gebrannte.

4) Warum Salpetergas und dephlogiſtiſirte Luft bey ihrer Zerſetzung Wärme hervorbringen.

5) Warum ſalzſaures Gas mit reſpirabler Luft, oder flüchtig alkaliniſchem Gas; luftſaures Gas mit flüchtig alkaliniſchem Gas; vitriolſaures Gas mit alkaliniſchem Gas; ſalzſaures Gas, flußſpathſaures Gas, flüchtig alkaliniſches Gas mit Waſſer eine Temperaturerhöhung bewirken.

6) Die Selbſtentzündung des Phosphorgas bey der Berührung der reſpirablen Luft.

Gren a. a. O. S. 54. ff.

§. 734. Da das Eis von 32 Gr. F. bey ſeinem Uebergange zum flüſſigen Waſſer von eben dieſer Temperatur nur eine beſtimmte Quantität freyen Wärmeſtoff verſchluckt, und dieſe ſolchergeſtalt der Menge des geſchmolzenen Eiſes proportional iſt, ſo haben Hr. Lavoiſier und de la Place hierauf einen Apparat gegründet, theils die ſpecifiſche Wärme der Körper zu beſtimmen, theils die verhältnißmäßige Quantität des Wärmeſtoffs zu meſſen, die bey der Zerſetzung der Körper, und der Aenderung ihrer

Form,

Form, oder ſonſt beym Verbrennen frey wird. Sie nennen ihn ein Calorimeter, was freylich beſſer ein Thermometer heißen ſollte. Sonſt nennt man ihn auch den Eisapparat. Mit Unrecht ſieht man alle die bey der Anſtellung der Verſuche damit von den Erfindern angegebenen Zahlen als Ausdrücke für die ſpecifiſche Wärme der Körper an, da die mehreſten die bey der Formänderung frey gewordene latente Wärme anzeigen. Erinnerungen gegen den Apparat ſelbſt hat Hr. Wedgwood gemacht.

Lavoiſier traité de chimie T. II. à Paris 1789. 8. S. 387. Bracker vom Wärmeſtoff, Wien u. Leipz. 1786. 4. S. 173. ff. *Wedgwood*, in den *philoſ. Tranſ.* Vol. LXXIV. S. 371.

§. 735. Ueberhaupt werde ich immer mehr geneigt, alles das, was man ſpecifiſche Wärme nennt, für latente Wärme zu halten, und die erſtere ganz aufzugeben. Denn ſelbſt die ſogenannte fortgepflanzte Wärme, in ſo fern ſie dem durch die Zwiſchenräume der Körper frey hindurchſtrahlenden Wärmeſtoff entgegengeſetzt wird, iſt nichts anders, als die adhärirende Wärmematerie, die theils durch die bewirkte Ausdehnung der Körper, oder durch das Streben, ſie flüſſiger zu machen oder ſie in Dampfform zu bringen, was ſie doch auch endlich wirklich hervorbringt, unmerkbar oder inſenſibel wird. Nur die freye ſtrahlende Wärmematerie, oder die, welche nicht ſogleich zur latenten wird, iſt es, welche die Temperatur hervorbringt. Und in der That, wenn man überlegt, daß die dem liquiden Waſſer mitgetheilte Wärme zur Verwandlung deſſelben in Dampf verwandt wird, muß man da nicht ein Mistrauen auf alle die Verſuche über die ſpeciſiſche Wärme

me ſetzen, bey denen man das Waſſer zum Maaßſtabe brauchte, wie es bis jetzt geſchehen iſt?

§. 736. Die Erzeugung der Wärme durch Reiben bey feſten Körpern möchte ſich wol ebenfalls aus der Freywerdung des in den Körpern befindlichen latenten Wärmeſtoffs vermittelſt des mechaniſchen Druckes oder Stoßes der Theilchen des Körpers erklären laſſen. Vielleicht könnte ſie auch von der dadurch bewirkten Zerſetzung des Brennſtoffs herrühren, zumal da wir auch gewöhnlich dabey zugleich Licht wahrnehmen.

Wärmeleitende Kraft der Körper.

§. 737. Wenn es für den ſtrahlenden Wärmeſtoff eine undurchdringliche Hülle gäbe, ſo würde der darin eingeſchloſſene Körper ſtets die Temperatur behalten, die er einmal hat, da die Intenſität ſeines Wärmeſtoffs durch Verbreitung nicht geſchwächt würde. Es exiſtirt aber keine Materie in der Natur, die für die Wärmetheilchen undurchdringlich wäre (§. 682.).

§. 738. Die Erfahrung lehrt aber, daß die verſchiedenen Körper den Wärmeſtoff nicht gleich ſchnell durchlaſſen, und bey gleicher Temperatur einen und eben denſelben in ihnen eingeſchloſſenen Körper von der höhern Temperatur, bey übrigens gleichen Umſtänden, nicht in gleichen Zeiten um gleich viel Grade abkühlen laſſen. So lehren ſchon alltägliche und gemeine Erfahrungen, daß wir durch wollene Kleider und Bedeckungen uns mehr vor der Kälte ſchützen können, als ohne dieſe; daß wir uns in

Feder-

Federbetten, auch in Zimmern, die unter dem Gefrierpunct kalt ſind, in der zum Leben nöthigen Temperatur unſeres Körpers erhalten können, wenn wir daſelbſt in einer Hülle von Metall ohnfehlbar erſtarren müßten; daß ein erhitzter Körper ſchneller im Waſſer abgekühlt wird, als in Luft von eben der Temperatur; daß Bäume mit Stroh umwunden vor dem Winterfroſte beſſer geſchützt werden, als ohne dieſe Bedeckung; daß es unter Strohdächern im Sommer kühler und im Winter wärmer iſt, als unter Ziegeldächern; daß Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen den Eindrang der äußern Wärme ungleich länger abhalten, als mit ſteinernen Wänden; daß eine Eiſenſtange mit einem hölzernen Handgriff ſich an dieſem ohne Verletzung der Hand anfaſſen läßt, wenn ſie an ihrem Ende glühend gemacht wird, da ſie hingegen mit dem metallenen Handgriff bald eine verletzende Wärme erlangen würde; daß unter der Hülle des Schnees die Temperatur des Bodens weit länger warm bleibt, als wenn er von der Luft allein berührt wird; daß wir unter Aſche erwärmte Flüſſigkeiten länger warm erhalten können, als in der Luft, u. d. gl. mehr.

§. 739. Wir ſchreiben dieſemnach demjenigen Körper, der die Wärmetheilchen ſchneller durch ſich durchläßt, als ein anderer, oder in kürzerer Zeit bey gleicher Oberfläche durch einerley Wärmeſtrom von einerley Temperatur zu einer gleichen Anzahl von Graden erhitzet wird, eine größere **wärmeleitende Kraft** zu, als einem andern; und gründen hierauf den Unterſchied zwiſchen guten und ſchlechten Leitern für die Wärmematerie. Einen vollkommenen Nichtleiter für die Wärme giebt es nicht.

§. 740. Indeſſen herrſchen bey den Phyſikern zum Theil noch widerſprechende Vorſtellungen von dem, was ſie unter wärmeleitender Kraft der Körper verſtehen, und ſie haben ſich noch nicht gehörig über den Begriff davon vereiniget. Wenn z. B. ein bis zum Siedepunct erhiztes Thermometer in eine Maſſe ſchmelzenden Schnee geſtellt wird, ſo wird es darin weit ſchneller zu der Temperatur des ſchmelzenden Schnees herabkommen, als in Luft von eben dieſer Temperatur. Ich muß alſo dem ſchmelzenden Schnee eine ſtärkere wärmeleitende Kraft zuſchreiben, als der Luft. Wenn ich aber dieſe darnach beſtimme, ob ein Körper ſchneller oder langſamer, folglich in kleinerer oder in größerer Zeit, bey gleichem Volum zu einerley Anzahl von Graden durch einerley Wärmeſtrom erhoben werden kann, ſo muß ich der Luft eine ſtärkere wärmeleitende Kraft zuſchreiben, als dem Schnee, weil ich finde, daß dieſe weit ſchneller vom Gefrierpunct an zu einer gewiſſen Temperatur kömmt, als der Schnee.

§. 741. Man muß ſich alſo erſt über die Beſtimmung der wärmeleitenden Kraft einverſtehen, ehe man die Erklärungen davon machen, und ihren Geſetzen nachſpüren will. Ich beſtimme ſie daher, mit Hrn. Thompſon, von dem wir die zahlreichſten Verſuche über dieſen Gegenſtand haben, für das Vermögen der Körper, bey übrigens gleichen Umſtänden, die Abkühlung eines darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers ſchneller oder langſamer zuzulaſſen. Der Körper, der dieſe Abkühlung ſchneller zuläßt, iſt ein beſſerer Leiter, als der, welcher ſie langſamer, oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben nennen wir ſchlechte Leiter für die Wärme,

me, z. B. Wolle, Federn, Haare, Pelzwerk, warme, auch warmhaltende Körper.

§. 742. Erſt in neueren Zeiten hat man dieſen Gegenſtand, der in Anſehung des Nutzens, welcher ſich von ſeiner Bearbeitung für Künſte und Gewerbe und für die Geſellſchaft überhaupt, ſo wie ſelbſt für die Erklärung mehrerer Naturphänomene daraus ziehen läßt, ſo überaus wichtig iſt, zu bearbeiten angefangen. Das Verfahren, deſſen ſich Hr. Thompſon in ſeinen neuern Verſuchen bedient hat, beſteht darin, ein empfindliches Queckſilberthermometer mit hinreichend breiter Scale in einer cylindriſchen Glasröhre mit einer Kugel ſo aufzuhängen, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel dieſes Gefäßes ſteht; den Zwiſchenraum mit der Subſtanz, deren reſpective wärmeleitende Kraft man beſtimmen will, zu gleicher Höhe auszufüllen, den Apparat in kochendem Waſſer bis zu einerley Temperatur zu erhitzen, hernach in einer kaltmachenden Miſchung aus Eis und Waſſer von hinlänglicher Maſſe wieder abzukühlen, und nach einer Secundenuhr genau die Zeit zu merken, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Gr. R. bis 10 Grad herabſinkt, und zwar von 10 Gr. zu 10 Gr. Man ſieht leicht, daß die Leitungskraft der Subſtanz für die Wärme im umgekehrten Verhältniß der gefundenen Zeit der Abkühlung ſtehen muß. Verſuche über die wärmeleitende Kraft der Körper haben Richmann, Thompſon, Ingenhouſz, Pictet und Mayer angeſtellt. Die Reſultate, die ſie daraus ziehen, weichen oft von einander ab.

New Experiments upon Heat, by *Colon. Sir Benjam. Thompſon*, Lond. 1786. 4. Experiments upon Heat, by

by *Major-General Sir Benjam. Thompſon*; in den *philoſ. Tranſ.* 1792. P. I. S. 48. ff. Mayer vom Wärmeſtoff S. 228. ff. Ueber das Geſetz, welches die Leitungskräfte der Körper für die Wärme befolgen, von Hr. H. R. Mayer; in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. S. 22. Ingenhouſz über die Leitungskraft der Metalle für Wärme; ebendaſelbſt B. I. S. 154. Pictet Verſ. über das Feuer, Cap. 4 — 5. 6.

§. 743. Die wärmeleitende Kraft der Körper hängt hauptſächlich von dem Vermögen derſelben ab, die ſtrahlende Wärmematerie zur unmerkbaren zu machen, beym Schmelzen oder Verdunſten oder auch ſelbſt bey der Ausdehnung. Iſt nemlich ein erhitzter Körper mit einem leicht ſchmelzbaren oder verdunſtbaren kältern umgeben, ſo wird die aus ihm auf den letzten ſtrahlende Wärme ſchnell und leicht zur latenten gemacht, die nicht wieder zurückſtrahlt, und der erhitzte Körper verliert ſo deſto leichter ſeinen Ueberſchuß der Temperatur, oder ſeiner freyen Wärme. Wenn hingegen der Körper nicht eigentlich zu den ſchmelzbaren oder verdunſtbaren gehört, dergleichen Baumwolle, Federn, Wolle, Haare, Holz, Kohlen, Ruß, Aſche, Bärlappſaamen, u. a. ſind, ſo kann, wenn ſie um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bilden, nur der Theil der freyen Wärme frey ausſtrömen, der auf die in gerader Linie liegenden Zwiſchenräume trifft; der Theil, welcher intercipirt wird, wird wieder zurückgeworfen, und es wird ſolchergeſtalt die Abnahme der Temperatur weit langſamer erfolgen, als da, wo dieſer intercipirte Antheil verſchluckt wird, und ſeine Strahlung, folglich ſeine warmmachende Kraft, verliert. Bey dem Abkühlen der Körper in der Luft und andern expanſiblen Flüſſigkeiten iſt noch zu erwägen, daß die erwärmten Lufttheilchen emporſteigen, und andern kältern Platz ma-

machen; folglich der Körper nicht mit dem unbewegten Medium umgeben iſt, was doch auf die Reſultate ſo beträchtlichen Einfluß hat.

Die wärmeleitende Kraft des leeren Raums, wovon Hr. Thompſon ſpricht, iſt nichts anders, als die wärmeleitende Kraft der Hülle, die den leeren Raum begränzt, und namentlich in den Verſuchen der Hr. Thompſon und Pictet die wärmeleitende Kraft des Glaſes.

Die Formel, daß ſich die Leitungskraft der Körper für die Wärme umgekehrt verhalte, wie das Product aus dem ſpecifiſchen Gewichte (p) derſelben in ihre ſpecifiſche Wärme (c) oder $= \frac{1}{pc}$ ſey, iſt in der That zu voreilig. Das Zuſammentreffen des von Hr. Mayer angeführten Geſetzes mit den Erfahrungen, iſt bey den wenigen angeführten Fällen, mehr für zufällig, als weſentlich zu halten. Hr. von Humboldt hat darnach eine Tabelle berechnet, gegen die ſich manches erinnern läßt. (Entwurf zu einer Tafel für die wärmeleitende Kraft der Körper; in Crells chem. Annalen 1792. B. I. S. 423. ff.)

Aus der angeführten Urſach, welche die beſſer oder ſchlechter leitende Eigenſchaft der Körper für die Wärme beſtimmt, läßt ſich dann auch das von Hrn. Sauſſure beobachtete Phänomen, womit auch Hrn. Pictets Verſuch übereinkömmt, erklären, aus denen Hr. de Luc beweiſen will, daß die Sonnenſtrahlen nicht an ſich warmmachend ſind.

(Sauſſure Reiſen durch die Alpen §. 932. De Luc; in Grens Journ. d. Phyſ. B. IV. S. 233.)

Hieher gehört auch Ducarla's Wärmeſammler oder Condenſator der Wärme. (Lichtenbergs Magaz. für das Neueſte aus der Phyſ. B. II. St. 4. S. 113.)

* * *

§. 744. Wenn der Wärmeſtoff in den Körpern durch die Cohärenz mit ihren Theilen zum unmerkbaren, und ſo ſeine urſprüngliche Expanſivkraft ruhend gemacht wird, ſo hebt er auch dagegen die Schwerkraft der Theilchen, mit denen er verbunden wird, auf, (§. 343.) und bewirkt ſolchergeſtalt eine Abnah-

nahme des Gewichts des ganzen Körpers. Bey erhitzten Körpern iſt freylich die Abnahme ihres Gewichts zum Theil von der Zunahme ihres Voluminis herzuleiten, wodurch nun ihr reſpectives Gewicht beym Wägen in der Luft kleiner werden muß, da das Wägen in der Luft als eine Art des hydroſtatiſchen Wägens anzuſehen iſt. Indeſſen iſt bey mehrern Körpern dieſe Rarefaction derſelben nicht groß genug, um daraus allein die Gewichtsabnahme erklären zu können. Es iſt lächerlich, ſie aus der Verdünnung der Luft umher ableiten zu wollen, da dieſe offenbar die Vermehrung des reſpectiven Gewichts hervorbringen müßte. Was es außer allen Zweifel ſetzt, daß der Wärmeſtoff durch ſeine Verbindung mit dem ſchweren Stoff das Gewicht deſſelben vermindern kann, iſt die Erfahrung, daß bey gleichem Volum und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnimmt, wenn freyer Wärmeſtoff latent wird, und zunimmt, wenn der latente Wärmeſtoff wieder geſchieden wird. Dies fand **Fordyce** beym Gefrieren des Waſſers in einem zugeſchmolzenen Glaſe, und beym Aufthauen deſſelben; und Hr. **Eimbke** bey dem Löſchen des Kalks in verſchloſſenen Gefäßen beym Abwägen vor und nach dem Löſchen des Kalkes in einerley Temperatur. Hrn. **Hindenburgs** Einwürfe gegen die Folgerung daraus, treffen ſie alſo ganz und gar nicht.

Ueber den Verluſt des Gewichts, welchen die geſchmolzenen oder erhitzten Körper erleiden, von Hrn. Fordyce, in Lichtenbergs Magaz. für Phyſ. B. IV. St. 4. S. 49. ff. Einige Verſuche über den Wärmeſtoff, von G. Eimbke, in Grens Journ. d. Phyſ. B. VII. S. 31. *Carol. Frider. Hindenburg* Pr., quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4.

Vier-

Vierter Abſchnitt.

Waſſer.

§. 745.

Das Waſſer iſt im Zuſtande ſeiner Reinigkeit eine farbenloſe, durchſichtige, unſchmackhafte, geruchloſe, unentzündliche Flüſſigkeit, die allerdings etwas Elaſticität beſitzt, und compreſſibel iſt, wie Zimmermanns und Abichs Verſuche, die Fortpflanzung des Schalles durch das Waſſer, und das Abſpringen harter Körper von demſelben beweiſen.

Vergl. §. 335.

§. 746. Das Waſſer hat ſeine Flüſſigkeit nur vom Stoff der Wärme (§. 338.), und es gehört zu den ſehr ſchmelzbaren Subſtanzen. Bey Verminderung der freyen Wärme unter 32° Fahr. wird es feſt oder zu Eis, wobey es dann wieder den vorher latent gemachten Wärmeſtoff entläßt. Die Entſtehung des Eiſes iſt im Grunde eine Art von Cryſtalliſation (§. 130.). Es nimmt dabey unter den gehörigen Umſtänden eine regelmäßige Geſtalt an, und bildet ſich gewöhnlich in Nadeln, die unter einem Winkel von 60° ſich durchkreuzen.

§. 747. Bey dieſem Gefrieren des Waſſers entwickeln ſich die Luftarten, die im Waſſer aufgelöſt waren, als kleinere oder größere Blaſen, die in der Maſſe des Eiſes zerſtreuet ſind. Dieſe bringen dadurch manchmal ſehr beſondere Erſcheinungen hervor, und von der Menge derſelben hängt auch die größere oder geringere Undurchſichtigkeit des Eiſes ab.

ab. Merkwürdig iſt es, daß auch gekochtes und von Luft befreytes Waſſer beym Gefrieren doch dergleichen Blaſen zeigt. Sollte hier wol nicht, nach Herrn Lichtenbergs Meinung, die Entwickelung der im Waſſer latent geweſenen Wärme durch Verwandlung einiger Theile deſſelben in elaſtiſchen Dampf an der Entſtehung dieſer Blaſen Antheil haben können?

§. 748. Das Waſſer dehnt ſich beym Gefrieren in einen größern Raum aus. Dies rührt theils und hauptſächlich von der Lage ſeiner Theile her, welche ſie beym Cryſtalliſiren annehmen, und dadurch Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen; theils von den entwickelten Luft- oder Dampfblaſen. Von dieſer Ausdehnung des Eiſes bey ſeiner Entſtehung aus dem Waſſer iſt es herzuleiten, daß gläſerne Flaſchen, die mit Waſſer gefüllt und verſchloſſen ſind, beym Gefrieren des Waſſers zerſpringen, und daß dadurch ſelbſt eiſerne Bomben mit großer Gewalt zerſprengt, Bäume und Felſen von einander geriſſen, das Pflaſter auf den Straßen gehoben werden kann. Von dieſer Ausdehnung rührt es auch her, daß das Eis ein geringeres ſpecifiſches Gewicht hat, als das Waſſer, und auf dem Waſſer ſchwimmt (S. 240.).

§. 749. Merkwürdig iſt es, daß das Waſſer eine etwas ſtärkere Kälte ertragen kann, ohne zu gefrieren, wenn es in genau zugeſtopften Gefäßen der Kälte ausgeſetzt wird, als beym Zugange der freyen Luft. Eine ſtarke Erſchütterung bringt aber dies Waſſer augenblicklich zum Gefrieren, und gewöhnlich zu einer ſchäumigen, mit vielen Luftblaſen angefüllten Maſſe. Auch wenn die Oberfläche des Waſ-

ſers

ſers mit Oehl bedeckt iſt, ſo kann es, ohne zu gefrieren, eine ſtärkere Kälte ertragen, als das Waſſer, das der freyen Luft ausgeſetzt iſt; und wird ebenfalls durch Umrühren oder Schütteln hernach ſchnell zu Eiſe. Sollte hiebey wol nicht die nöthige Entwickelung der verborgen geweſenen Wärme länger zurückgehalten werden, als bey Berührung der freyen Luft? Die Urſach, warum feſte Salze das Gefrieren des Waſſers hindern, worin ſie aufgelöſt ſind, und ſchwache Salzlaugen durch den Froſt concentrirt werden können, indem nur das Wäßrigte gefriert, erhellet aus dem oben (§. 730.) Angeführten. Sie verſchlucken nemlich eine größere Menge von Wärmeſtoff, und halten ihn ſtärker zurück, als bloßes Waſſer, das ohne Ausſcheidung dieſer größern Menge der unmerkbaren Wärme nicht gefrieren kann. Die Rückkehr des Eiſes zum tropfbaren Waſſer, oder das **Aufthauen** deſſelben geſchiehet durch die Aufnahme des freyen Wärmeſtoffs, der dadurch, daß er dem feſten Waſſer Flüſſigkeit ertheilt, wieder unmerkbar wird.

§. 750. Auch ohne zu gefrieren iſt das Waſſer vermögend durch innige Verbindung mit feſten Körpern in den Zuſtand der Feſtigkeit und der mehrern Feuerbeſtändigkeit überzugehen. So haben alle organiſche Körper Waſſer als einen Beſtandtheil in ſich; und in allen Cryſtallen der Salze, ſo wie auch der mehreſten Erden, macht es einen weſentlichen Theil aus. Sie verlieren daher durchs Feuer ihre Cryſtallengeſtalt und Durchſichtigkeit, und mehrere auch ſchon durch die Verdunſtung des Waſſers in der Temperatur der warmen Luft, und **verwittern** dann oder zerfallen zu einem lockern, nicht mehr zuſammenhän-

genden Staub, der hernach wieder das Waſſer, mit welchem man ihn aufs neue zuſammenbringt, mit vieler Kraft bindet und verſchluckt.

Beyſpiele geben die Cryſtalle des Glauberſalzes und Mineralalkali, des Gypſes, des Kalkſpaths; das Verwittern des Glauberſalzes und Mineralalkali, u. a.; das Brennen des Gypſes; das Verhärten des zerſallenen Glauberſalzes, des Gypſes, des gebrannten Kalkes mit Waſſer.

§. 751. Das Waſſer iſt ein Auflöſungsmittel für eine große Anzahl von Körpern. Beſonders iſt es das eigentliche Auflöſungsmittel für die Salze, und durch deren Hülfe kann es dann auch wieder vermittelſt der aneignenden Verwandtſchaft andere Körper auflöſen, auf die es ſonſt nicht wirkt. Auch auf die atmoſphäriſche Luft ſowohl, als verſchiedene andere Luftarten, zeigt es einige auflöſende Kräfte.

§. 752. Das Waſſer iſt in der Hitze flüchtig und verwandelt ſich beym Sieden in Dämpfe. Es geht nun durch Verbindung mit mehrerem Wärmeſtoff in den Zuſtand der eigentlichen expanſiblen Flüſſigkeit, in Waſſerdampf über. Die beym Sieden des Waſſers vorkommenden Umſtände ſind ſchon oben (§. 711.) angeführt worden. Der Waſſerdunſt verliert ſeinen expanſiblen Zuſtand durch mechaniſche Zuſammendrückung und Abkühlung, und eben deswegen iſt eine größere Hitze zum Sieden des Waſſers oder zur Dampfbildung unter dem Drucke der Atmoſphäre nöthig, als ohne dieſe im leeren Raume. Die Verwandlung des Waſſers in Dampf geſchieht indeſſen nicht bloß beym Sieden, ſondern in jeder Temperatur, nur daß bey gleichem Druck der Atmoſphäre deſto weniger Baſis (Waſſer) mit einerley Quantität

von

von dem Wärmeſtoff in elaſtiſcher Form erhalten werden kann, je niedriger die Temperatur iſt.

§. 753. Die ſogenannte **unmerkliche Ausdünſtung des Waſſers** iſt ebenfalls nichts anders, als die Verwandlung deſſelben in elaſtiſchen Dampf durch Beytritt und Verſchluckung des Wärmeſtoffs. Sie geſchiehet in der geringern Temperatur, und eben wegen der mindern Intenſität des dem Waſſer zugeführten Wärmeſtoffs in geringerer Menge und unmerklich. Daß aber bey dieſer unmerklichen Verdunſtung des Waſſers ebenfalls Wärmeſtoff zum verborgenen gemacht werde, beweiſt die Abkühlung des Thermometers durch Waſſer, das von ſeiner Oberfläche unmerklich verdunſtet, und die beträchtliche Leitungskraft des Waſſers für Wärme. Hrn. Watts Erfahrungen beweiſen auch, daß das Waſſer bey der unmerklichen Verdunſtung verhältnißmäßig mehr Wärmeſtoff verſchlucke, als beym Sieden.

De Luc; in Grens Journ. der Phyſ. B. VI. S. 125. ff.

§. 754. Da deſto mehr latenter Wärmeſtoff nöthig iſt, um die Baſis des Waſſerdampfs in elaſtiſcher Form zu erhalten, je größer der Druck der Atmoſphäre, oder je kleiner die Temperatur des Dampfes iſt, ſo ſieht man leicht ein, daß die Verdunſtung des Waſſers durch Verdünnung der Luft und durch Erhöhung der Temperatur zunehmen müſſe. Wenn alſo Waſſerdunſt in der Atmoſphäre befindlich iſt, und es nimmt der Druck derſelben bey bleibender Temperatur zu, ſo muß ein Theil des Dampfes zerſetzt, oder ein Theil ſeiner Baſis als concretes Waſſer niedergeſchlagen werden; eben dies muß bey bleibendem Druck der Atmoſphäre durch Verminde-

rung der Temperatur erfolgen, wo, wenn die Abkühlung bis unter den Gefrierpunct Statt hat, die ausgeſchiedene Baſis des Waſſerdampfs als feſtes Waſſer (Schnee, Reif) zum Vorſchein kommen kann. Auf der andern Seite muß das aus dem Waſſerdampfe in der Atmoſphäre abgeſchiedene Waſſer durch Verminderung des Drucks derſelben bey bleibender Temperatur, oder durch Vermehrung der Temperatur bey bleibendem Druck wieder von neuem in Dampf verwandelt, und ſo wieder völlig unſichtbar werden.

§. 755. Auf dieſe wechſelſeitige Zerſetzung und Bildung des Waſſerdampfes in der Luft gründen ſich die bekannten Phänomene vom Sichtbarwerden unſeres Hauchs in kalter Luft, und der Unſichtbarkeit deſſelben in warmer; das ſogenannte Schwitzen, oder Anlaufen kalter Körper in feuchten und heißen Zimmern; das Schwitzen der Fenſter in dieſen Zimmern, wenn die äußere Luft kälter iſt, als die innere; das Beſchlagen der Gebäude beym Thauwetter nach anhaltendem Froſte; das Beſchlagen der Glocke der Luftpumpe bey Wiederhinzulaſſung der Luft nach vorhergegangener Verdünnung, u. d. gl. m.

§. 756. Andere Naturforſcher erklären die unmerkliche Ausdünſtung, wie ich ſchon oben (§. 719.) angeführt habe, lediglich aus der Auflöſung des Waſſers in der Luft. Sie nehmen an, daß die Luft nur eine beſtimmte Menge Waſſer auflöſen könne, wo ſie dann damit geſättigt ſey. Ihr Sättigungsgrad ſey aber, wie bey mehrern andern Auflöſungsmitteln, nach der Temperatur verſchieden; eine warme Luft löſe mehr Waſſer auf, als eine kalte. Wenn da=

daher die Luft in der Wärme mit Waſſer geſättigt ſey, ſo ſchlage ſich dies beym Erkalten daraus nieder, und werde bey zunehmender Wärme der Luft wieder aufgelöſt; und hieraus erklären ſie die vorher (§. 755.) angeführten Erſcheinungen. Allein es läßt ſich die Verdunſtung nicht allein leichter und ungezwungener ohne dieſe Auflöſung des Waſſers in der Luft erklären, wie Hr. de Luc ſo gründlich dargethan hat, ſondern es ſteht derſelben auch entgegen, daß die Verdunſtung ohne alle Luft ſtattfinden kann, je dann noch deſto beſſer ſtattfindet; und daß die mit Waſſerdunſt beladene Luft bey gleicher Wärme und abſoluter Elaſticität, nach Saußure's Beobachtungen, ein geringeres eigenthümliches Gewicht hat, als die trockne, welches nicht ſeyn könnte, wenn das Waſſer ſo in der Luft aufgelöſt wäre, als ein Salz im Waſſer aufgelöſt iſt. Es kann folglich das Waſſer nur als der ſpecifiſch leichtere elaſtiſche Dampf in der Luft enthalten ſeyn.

§. 757. Die Atmoſphäre iſt nie von dieſem Waſſerdunſte frey; und da ihr Druck und ihre Temperatur beſtändig Abwechſelungen unterworfen iſt, ſo geſchehen immer bald Zerſetzungen, bald neue Bildungen dieſes Waſſerdampfs darin; und die Luft erleidet ſolchergeſtalt Abwechſelungen von Feuchtigkeit und Trockniß. Ein Werkzeug, welches beſtimmt iſt, die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzuzeigen, oder zu meſſen, heißt ein **Hygroſcop**, oder **Hygrometer**. Die Subſtanz, welche durch ihre Veränderungen die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzeigt, heißt der **hygroſcopiſche Körper**.

§. 758. Zuvörderſt muß ich bemerken, daß nur das liquide Waſſer **feuchtmachend** iſt, nicht das feſte oder das Eis, und nicht das dunſtförmige. Feuchtigkeit bezieht ſich alſo nur auf das Anhängen des liquiden Waſſers an einen Körper, und das Waſſer hört auf, feuchtmachend oder Feuchtigkeit zu ſeyn, wenn es zum feſten Waſſer oder zum Dampf wird. Es irren alſo einige ſehr, wenn ſie glauben, daß das Hygrometer die Anweſenheit oder Abweſenheit aller wäſſerigten Baſis in der Atmoſphäre anzeigen ſolle, und alſo auch den elaſtiſchen Waſſerdampf. Die Erfahrung des Hrn. **De Luc** und **Watt** lehrt vielmehr, daß eine empfindliche **hygroſcopiſche** Subſtanz im Waſſerdampfe, der durch die nöthige Wärme durchaus in elaſtiſchem Zuſtande erhalten wird, auf Trockniß zeige. Nur dann, wenn ein Theil des Dampfes durch Abkühlung oder Zuſammendrückung zerſetzt wird, entſteht Feuchtigkeit im Dampfe durch die jetzt abgeſchiedene wäſſerigte Baſis.

§. 759. Man hat eine gar große Menge Körper zu der hygroſcopiſchen Subſtanz der Hygrometer vorgeſchlagen, und iſt beſonders auch in der Beſtimmung der feſten Puncte der hygrometriſchen Scale ſehr ſchwankend geweſen. Allein erſt durch die ſchätzbaren Bemühungen und ſcharfſinnigen Unterſuchungen der Herren **Saußure** und **De Luc** ſind feſte Grundſätze in der Hygrometrie eingeführt worden. Das **Hygrometer des Hrn. Saußure** beſteht aus einem Menſchenhaar, das durch Kochen in einer Lauge des luftſaurem Mineralalkali von ſeiner Fettigkeit befreyet worden, an einem feſten Puncte angehängt, und am andern Ende mit einer dünnen Welle in Verbindung iſt, die einen Zeiger auf einer Scheibe drehet.

het. Durch die Feuchtigkeit wird das Haar ſchlaff, es verlängert ſich, und das kleine Gegengewicht an der Welle drehet dieſe. Durch Trockniß verkürzt es ſich, und überwindet das Gegengewicht der Welle. Den Punct der größeſten Feuchtigkeit beſtimmte der Erfinder unter einer gläſernen Glocke, die mit Waſſer geſperrt und inwendig mit Waſſer befeuchtet worden iſt; den Punct der größeſten Trockniß aber unter einer gläſernen Glocke, die auf einem bis zum Glühen erhitzten, mit ausgeglühetem Gewächsalkali bedeckten Bleche ſteht. Den Abſtand der Puncte des Zeigers auf der Scheibe in der größeſten Feuchtigkeit und Trockniß theilt er in 100 gleiche Theile. Hr. De Luc hat theils gegen die Anwendbarkeit des Haares ſelbſt, und aller Fäden überhaupt, theils gegen die Beſtimmung der feſten Puncte des Hrn. von Saußure, viele auf neue und wiederholte Thatſachen gegründete Bemerkungen gemacht, die wol keinen Zweifel laſſen, daß das von ihm vorgeſchlagene Fiſchbeinhygrometer beträchtliche Vorzüge habe. Es beſteht aus einem ſehr dünnen Streifen Fiſchbein, der nicht in der Länge, ſondern in der Queere der Fibern des Fiſchbeins geſchnitten, unten an einem feſten Puncte angehängt, und eben auch mit einer feinen Welle in Verbindung iſt, die auf einer Scheibe einen Zeiger drehet. Als Gegengewicht an der Welle dient ein ſpiralförmig gewundenes feines Golddrath, das an dem einen Ende befeſtigt, und an dem andern mit der Welle verbunden iſt. Den Punct der größeſten Feuchtigkeit beſtimmt er durch unmittelbares Eintauchen der hygroſcopiſchen Subſtanz in Waſſer, und den Punct der größeſten Trockniß in einem genau verſchloſſenen und mit friſch

friſch ausgeglühetem ungelöſchtem Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße, worin er das Hygrometer aufhängt. Den Abſtand beider Puncte, die der Zeiger auf der Scheibe angiebt, theilt er in 100 gleiche Theile.

Sauſſures oben (§. 720.) angeführte Schrift. Gehlers phyſ. Wörterbuch, Th. II. S. 661; De Lüc neue Ideen über die Meteorologie, Th. I. Cap. 1—3. Ebendeſſelben Abhandl. über die Hygrometrie, a. d. *philoſ. Tranſactions Vol. LXXXI.* 1791. überſ. in Grens Journ. der Phyſ. B. V. S. 279. ff.

§. 760. Ohngeachtet dies Werkzeug ebenfalls nicht die abſoluten Quantitäten des in einem gegebenen Volum der Luft befindlichen Waſſers anzeigt, ſondern nur, ob die Feuchtigkeit größer oder geringer ſey, ſo bleibt es doch ein überaus ſchätzbares Werkzeug, von deſſen mehr ausgebreiteter Anwendung in der Naturlehre ſich noch viele Aufſchlüſſe mancher Operationen der Natur erwarten laſſen.

§. 761. Das Waſſer iſt endlich auch fähig, in den Zuſtand einer permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit überzugehen, oder zur **Luft** zu werden, die nicht wie der Dampf durch Kälte und Zuſammendrückung ihre Baſis, das Waſſer, entläßt. Man ſchütte zu dem Ende reines deſtillirtes Waſſer in eine kleine gläſerne Retorte, lege ſie in ein Sandbad, kütte den Kopf einer langen irdenen Tobackspfeife an ihre Mündung, bringe das untere Ende der Pfeifenröhre unter Waſſer in einem Gefäße oder unter den Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne des pneumatiſchen Apparats, umgebe den mittlern Theil der Pfeifenröhre mit glühenden Kohlen, und mache ihn durchaus glühend; dann bringe man das Waſſer in der Re-

torte

torte zum Kochen. So wie nun die Dämpfe des kochenden Waſſers durch den glühenden Theil der Röhre ſtreichen, verwandeln ſie ſich in eine wahre luftförmige Flüſſigkeit, die das kalte Waſſer aus den Gefäßen, worin man ſie auffängt, austreiben. Dieſe Luft iſt größtentheils Stickluft oder phlogiſtiſirte Luft mit etwas weniger reſpirabeler verbunden. Eine andere Methode, dieſe Verwandlung des Waſſers in Luft, durch das Ablöſchen glühender Körper darin, zu beweiſen, hat Hr. Para angegeben.

Theorie des nouvelles decouvertes en genre de Phyſique et de Chymie, par Mr. *Para*. à Paris 1786. 8. S. 511.

§. 762. Es ſcheint mir keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, daß hier die Lichtmaterie aus dem Glühen zu gleicher Zeit mit dem Wärmeſtoff an das Waſſer trete, und eine chemiſche Vereinigung der Baſis der elaſtiſchen Flüſſigkeit, nemlich des Waſſers, mit dem Wärmeſtoff hervorbringe, da hingegen in dem Waſſerdampfe bloß der Wärmeſtoff allein der Baſis nur adhärirend, nicht eigentlich chemiſch damit verbunden iſt. Durch ein minderes Verhältniß der Lichtmaterie zur Baſis jener Luft verwandelt ſie ſich in atmoſphäriſche und endlich in dephlogiſtiſirte; wie da, wo das Waſſer in der Glühehitze aus Körpern getrieben wird, die im Glühen eine ſtärkere Anziehung zur Materie des Lichts beſitzen, als das Waſſer, z. B. aus Braunſtein, Salpeter, rothem Queckſilberkalk, deren anhängende Waſſertheile ſolchergeſtalt als dephlogiſtiſirte Luft ausgetrieben werden.

§. 763. Ueberhaupt werden die in der Folge bey den Luftarten angeführten Thatſachen beweiſen, daß

daß das Waſſer die Baſis aller luftförmigen Flüſſigkeiten, oder Gasarten ausmachen, und wie Hr. De Luc es ausdrückt, ihren ponderabelen Theil bilden helfe.

§. 764. Das Waſſer rechne ich übrigens zu den einfachen und elementariſchen Subſtanzen (§. 50.). Die Verwandlungen deſſelben in Erde, die ſchon Thales behauptete, Helmont, Boyle und Eller durch Verſuche mit dem Wachſen der Pflanzen durch bloßes Waſſer, Borricke, Boyle, Wallerius, Eller, Marggraf durch Deſtillation des Waſſers aus gläſernen Gefäßen, oder durch Reiben deſſelbigen beweiſen wollten, hat ſich bey genauerer Unterſuchung von Lavoiſier, Scheele, Dalberg, nicht beſtätigt.

Lavoiſiers phyſ. chemiſche Schriften, überſ. von Weigel, B. II. 1785. S. 29. ff. in den Anm. der Ueberſ.

§. 765. Aus den in der Folge anzubringenden Verſuchen von der Verwandlung des Waſſers in entzündbares Gas, wenn ſeine Dämpfe durch glühende eiſerne Röhren gehen, und in luftſaures und entzündbares, wenn ſie in einer glühenden irdenen Röhre durch Kohlen ſtreichen; ferner aus dem zum Vorſchein Kommen des Waſſers beym Abbrennen des entzündbaren Gas und der Lebensluft, und aus der nahen Uebereinſtimmung des Gewichts dieſes Waſſers mit dem Gewicht der verſchwundnen Luftarten, ſchließen Hr. Lavoiſier und die Anhänger der antiphlogiſtiſchen Chemie, daß das Waſſer zuſammengeſetzt ſey, aus einem eigenthümlichen Stoffe, der die Baſis des entzündbaren Gas ausmache, und den ſie *Hydrogène* (Waſſerſtoff) nennen, und dann aus einem andern, der die Grundlage der Lebens-

luft

luft bilde, und der Grund der Säureerzeugung ſey, dem ſie den Nahmen *Oxygène* (Säuerſtoff) beygelegt haben. Sie glauben, daß das Waſſer ſehr nahe aus 85 Theilen des Hydrogène und 15 Theilen des Oxygène beſtehe. Allein die von den Vertheidigern der Lehre von der Zuſammenſetzung des Waſſers angeführten Verſuche beweiſen nicht nur nicht, was ſie beweiſen ſollen, ſondern es werden auch die Folgerungen, die ſie daraus ziehen, durch andere Verſuche geradezu umgeſtoßen; wie die Folge bey der Lehre von den Gasarten lehren wird.

Lavoiſier traité de chimie T. I. S. 87. ff.
Grens Prüfung der neuern Theorien über Feuer, Wärme, Brennſtoff und Luft, im Journ. d. Phyſ. B. II. S. 314. ff. B. III. S. 483.

Fünfter Abſchnitt.

Luft und Gasarten.

§. 766.

Unter Luft (aër) verſtehen wir hier alle permanent elaſtiſche, farbenloſe, durchſichtige, unſichtbare, in gläſernen und metallenen Gefäßen zurückzuhaltende, flüſſige Weſen. Wir betrachten ſie hier erſt nach ihren phyſiſchen Eigenſchaften, und nachher nach ihrer Miſchung; und zwar beſchäfftigt uns in Hinſicht der erſtern hier zuerſt die atmoſphäriſche oder gemeine Luft, die unſere Erde allerwärts umgiebt, und die man auch wol im beſondern Sinne unter dem Namen der Luft verſteht. Sonſt muß man aber die von allem Fremdartigen gereinigte Luft, von der Atmoſphäre ſelbſt, oder der ganzen, mit Dünſten

und aufgelöſten flüchtigen Theilen angefüllten Luft unterſcheiden.

§. 767. Die Elaſticität der Luft äußert ſich dadurch, daß ſie ſich durch vermehrten Druck in einen kleinern Raum preſſen läßt, ſich aber bey vermindertem Druck in einen größern Raum ausdehnt. Dieſe Elaſticität iſt beſtändig und permanent, und kann weder durch Kälte, noch durch Druck aufgehoben werden.

Eine mit Luft gefüllte Blaſe läßt ſich zuſammendrücken, dehnt ſich aber ſogleich nach Aufhörung des Druckes wieder in den vorigen Raum aus.
Die zuſammengedrückte Luft treibt den Stempel in einem metallenen Cylinder ſogleich wieder zurück.
Die Carteſianiſchen Teufelchen (§. 312.).

§. 768. Dies Zuſammendrücken der Luft geſchiehet am bequemſten vermittelſt der **Druckpumpen** und **Compreſſionsmaſchinen**, deren beſondere Einrichtung in den Vorleſungen ſelbſt gezeigt wird.

Ich bediene mich der bequemen Winkleriſchen Compreſſionsmaſchine mit einigen Abänderungen. (Winklers Anfangsgr. der Phyſ., Leipz. 1754. 8. S. 130.)

§. 769. Die Luft iſt aber nicht allein elaſtiſch, ſondern auch ſchwer, und übt deswegen Druck aus. Wenn man eine gläſerne recht trockene Röhre, die an einem Ende geſchloſſen und länger iſt, als 28 Zoll, mit reinem Queckſilber ganz anfüllt, das offene Ende mit dem Finger zuhält, hierauf umkehrt, und nachdem man es in ein Gefäß mit Queckſilber getaucht hat, die Röhre vertical hält und den Finger vor der Oeffnung wegzieht, ſo bleibt das Queckſilber darin etwa 28 pariſ. Zoll über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße zurück, durch den Druck der Luft, der

auf die Fläche des Queckſilbers im Gefäße einſeitig iſt. Evangeliſta Torricelli ſtellte dieſen an Folgerungen ſo fruchtbar geweſenen Verſuch zuerſt im J. 1643 an, und bewies dadurch die Schwere der Luft. Die Röhre mit dem Queckſilber darin heißt daher auch die Torricelliſche Röhre (tubus torricellianus), und der leere Raum über dem Queckſilber in der Röhre die Torricelliſche Leere (vacuum torricellianum).

Caſp. Schotti Technica curioſa. Herbipol. 1664. 4. l. III. S. 192. ff.

Daß aber der Druck der Luft von dem angeführten Phänomen die Urſach ſey, das folgt nicht nur unmittelbarer Weiſe aus ihm ſelbſt, ſondern wird auch dadurch beſtätigt, 1) daß durch Wegnahme der Luft über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße, unter der Luftpumpe, nach einem in der Folge anzuſtellenden Verſuch, das Queckſilber in der torricelliſchen Röhre herabſinkt; 2) daß das Queckſilber ganz herausfällt, ſobald die Röhre oben geöffnet wird, und alſo der Druck der Luft nicht mehr einſeitig iſt; 3) daß das Queckſilber nach hydroſtatiſchen Geſetzen in der Röhre um eben ſo viel höher ſteigt, als das Niveau des Queckſilbers außerhalb höher wird; 4) daß, wenn die Röhre enge genug iſt, beym ſenkrechten Herausziehen derſelben aus dem Gefäße das Queckſilber in derſelben in die Höhe getrieben wird, und oben hängen bleibt.

§. 770. Da der Druck der Luft ſo groß ſeyn muß, als der Gegendruck des Queckſilbers in der Torricelliſchen Röhre, ſo können wir hieraus mit Recht ſchließen, daß der Druck der Atmoſphäre gegen jede gegebene Fläche ſo groß ſey, als das Gewicht einer Queckſilberſäule von eben dieſer Grundfläche, und der Höhe in der Torricelliſchen Röhre.

Ein pariſ. Cubikfuß Queckſilber wiegt nahe 950 Pfund cölln.; ein Cubikzoll, Duodecimalmaaß, 17 Loth $2\frac{4}{5}$ Quentchen. Wenn alſo der Druck der Luft das Gleichgewicht hält mit einer Queckſilberſäule von 28 Zoll oder $2\frac{1}{3}$ Fuß, ſo beträgt er gegen eine Fläche von einem

Qua-

Quadratfuß 2216$\frac{3}{4}$ Pfund, und von einem Quadratzoll 15 Pfund 12$\frac{256}{479}$ Loth cölln.

Um jede Linie, um welche das Queckſilber höber oder niedriger, als 28 Zoll iſt, beträgt der Druck der Luft auf eine Fläche von einem Quadratfuß 6$\frac{43}{72}$ Pfund mehr oder weniger.

§. 771. Da die Luft ein flüſſiger Körper iſt, ſo müſſen auch die Luftſäulen unter einander bey gleichen Höhen und Dichtigkeiten im Gleichgewicht ſtehen; jede Luftſäule muß auch fähig ſeyn, ſtatt ihrer benachbarten einen Körper von gleicher Schwere zu tragen, und ihr Druck muß ſich zu Folge der hydroſtatiſchen Geſetze nach allen Richtungen zu äußern.

Wenn der Druck der atmoſphäriſchen Luft das Gleichgewicht hält mit einer Queckſilberſäule von 28 Zoll, ſo muß er auch das Gleichgewicht halten mit einer Waſſerſäule von 14. 28 Zoll, oder von 35$\frac{1}{2}$ Fuß (pariſ.), da das Waſſer ein 14 mal geringeres eigenthümliches Gewicht hat.

Auf dieſen Druck der Luft gründen ſich nun

1) Das Aufſteigen des Waſſers in den Saugpumpen.
2) Das Aufſteigen des Waſſers in Spritzen.
3) Der Stechheber.
4) Der magiſche Trichter.
5) Die Erſcheinung, daß aus einem Glaſe mit enger Oeffnung beym Umkehren nichts herausläuft; daß der Hahn eines Faſſes, deſſen Spundloch geſchloſſen iſt, nichts herausläßt; daß man in einem Glaſe durch vorgelegtes Papier bey unten gekehrter Mündung die Flüſſigkeit darin zurückhalten kann.

§. 772. Es folgt ferner aus der Schwere der Luft nach hydroſtatiſchen Geſetzen, daß der Druck der Luftſäule abnehmen müſſe, wenn ihre Höhe, bey übrigens gleichen Umſtänden, abnimmt, und umgekehrt; daß folglich das Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre in hohen Regionen der Atmoſphäre nicht ſo hoch ſtehen könne, als in niedrigern, wie auch die Erfahrung lehrt, und Paſcal zuerſt 1648 fand.

An hochliegenden Orten kann daher auch eine Saugpumpe das Waſſer nicht ſo hoch ziehen, als in niedrigern.

§. 773. Aus der Schwere und Elaſticität der Luft, zuſammengenommen, folgt, daß die Luft in verſchiedenen Höhen nicht gleichförmig dicht ſeyn könne, ſondern an den niedrigern Stellen dichter, und mehr zuſammengepreßt ſeyn müſſe, als an den höhern. Dieſer Unterſchied der Dichtigkeit der verſchiedenen Luftſchichten iſt freylich in kleinen Höhen nicht merklich. Auf und an der Erde aber muß die Luft dichter und ſpecifiſch ſchwerer, und ſtärker zuſammengedrückt ſeyn, als in höhern Regionen der Atmoſphäre. Dies beſtätigt die Erfahrung vollkommen.

§. 774. Der Druck der Luft kann ſich nicht äußern, oder kann keine Bewegung hervorbringen, ſo lange er von allen Seiten gleich bleibt; er äußert ſich aber ſo gleich, ſo bald er einſeitig wird, oder auf beiden Seiten einer Flüſſigkeit ungleich ſtattfindet. Hierauf gründen ſich die Erſcheinungen des Hebers (ſipho).

1) Der gemeine Heber.
2) Der würtenbergiſche Heber.
3) Der Diabet der Alten.
Heronis, Alexandrini, ſpiritalium liber. Amſtelodam. 1716. 4. prop. 12.
Muſchenbroek introd. §. 2100.
4) Die Fraterna Caritas.
5) Kirchers Brunnen, wo ein Storch das Waſſer ausſäuft, was eine Schlange ausſpeyet. (Karſten Anfangsgründe d. Naturl. §. 282.)

§. 775. Die Wirkung, welche ein elaſtiſches cohärirendes Fluidum, dergleichen die Luft iſt, äußert, muß ihrer Expanſivkraft proportional ſeyn.

Iſt

Iſt alſo eine Maſſe Luft im Gleichgewicht, ſo muß die Expanſiokraft jedes Punctes dem Drucke, den ſie auf dieſen Punct äußert, gleich ſeyn, und die Luft, die nach dem Zuſammenpreſſen auf ein Hinderniß ihrer Expanſion wirkt, muß darauf mit eben der Kraft wirken, mit der ſie zuſammengepreßt worden war. Es folgt hieraus, daß die Luft, die mit einer beſtimmten Kraft in einem Gefäße zuſammengedrückt worden iſt, gegen die Wände dieſes Gefäßes mit eben der Kraft wirke, als diejenige iſt, mit der ſie zuſammengedrückt wird. Da nun die untern Schichten der Atmoſphäre durch den Druck der darüberliegenden gepreßt werden, ſo muß die Dehnkraft jedes Theils dieſer untern Luftſchichten ſich wie das Gewicht der über dieſem Theil befindlichen Luftſäule verhalten, und wenn ein Theil davon in einem Gefäße eingeſchloſſen wird, ſo muß er darin eben die Kraft ausüben, als der Druck der Luftſäule betrug, den dieſer eingeſchloſſene Theil der Luft vorher getragen hatte. Folglich muß auch in einem geſchloſſenen Gefäße die Luft, die mit der äußern nicht in Communication iſt, das Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre eben ſo hoch erhalten, als ſie es zur Zeit der Einſchließung im Freyen erhielt. **Jeder Theil der atmoſphäriſchen Luft wirkt alſo eben das durch ſeine Elaſticität, was der Druck oder das Gewicht der Luftſäule im Freyen bewirkt, die jener Theil zu tragen hatte.**

Van Swinden poſition. phyſ. T. II. S. 124. ff.

Die Täucherglocke (campana urinatoria).

§. 776. Wenn man etwas Luft in einer Blaſe einſchließt, und nun den Druck der äußern Luft

dar=

darauf wegnimmt, wie unter der Glocke der Luftpumpe (§. 806.), ſo dehnt ſich aus dem vorher (§. 775.) angeführten Grunde die in der Blaſe eingeſchloſſene Luft aus, und ſchwellt die Blaſe an. Wenn alſo Luft in Körpern eingeſchloſſen iſt, und es wird die äußere verdünnt, und dadurch in ihrem Druck darauf vermindert, ſo äußert die eingeſchloſſene ihre Dehnkraft, und kann dadurch Bewegung hervorbringen.

Hieher gehört der Springbrunnen unter der Glocke der Luftpumpe und die Austreibung der Luft aus Körpern daſelbſt. (§. 806.).

§. 777. Wenn der Raum, in welchen eine Maſſe Luft eingeſchloſſen iſt, vermehrt wird, ſo dehnt ſich die Luft vermöge ihrer Elaſticität in dieſem vermehrten Raum aus, und ihre Dichtigkeit nimmt natürlicherweiſe ab. Die Dichtigkeit, die ſie übrig behält, verhält ſich zur vorigen, wie der Raum, den ſie vorher einnahm, zu dem vermehrten Raum.

§. 778. Wenn auf eine tropfbare Flüſſigkeit die Luft an zwey Stellen drückt, an der einen durch ihr Gewicht, an der andern aber, in einem Gefäße eingeſchloſſen, durch ihre Elaſticität, und es wird nun in dieſem Gefäße die Luft verdünnt, ſo wird das Gleichgewicht gehoben; die tropfbare Flüſſigkeit wird durch den Druck der äußern Luft in das Gefäß getrieben, und ſteigt ſo hoch, bis der ſenkrechte Druck der aufgeſtiegenen Säule, und die Elaſticität der darüber ſtehenden Luft das Gleichgewicht mit dem Drucke der äußern Luft hält.

Es werde eine Flaſche von elaſtiſchem Harz, die zuſammengedrückt iſt, mit ihrer offenen Mündung in Waſſer gehalten. So wie ſie ſich wieder ausdehnt, wird die Luft darin verdünnt, und das Waſſer ſteigt darin

empor. Es gründen ſich auf den angeführten Satz viele Phänomene. Dahin gehört:

1) Das Saugen der Kinder; 2) das Trinken; 3) das Tobackrauchen; 4) das Athmen; 5) die Wirkung der Schröpfköpfe; 6) das Aufſteigen des Waſſers und anderer Flüſſigkeiten in offenen Röhren, an deren oberm Ende die Luft durch Saugen verdünnt wird; 7) die Füllung der Blaſebälge mit Luft; 8) die Wirkung der Milchpumpen aus elaſtiſchem Harz; 9) der intermittirende Brunnen.

(*Sturmii* colleg. experimentale, ſive curioſum. Norimb. P. II. 1685. 4. p. 121. ff.)

10) Die Einrichtung der Ventilatoren.

(Triewald, in den ſchwed. Abhandl. J. 1741. B. VI. S. 254. ff. *Steph. Hales* Deſcription du ventilateur, à Paris 1744. 8. Wilke, in den ſchwed. Abhandl. B. XXXII. S. 3. ff.

§. 779. Durch die Zuſammenpreſſung der Luft wächſt ihre Dichtigkeit und ihre Elaſticität. Wird daher die Luft in einem Gefäße verdichtet, ſo nimmt ihre Reaction zu; und ihr Druck, den ſie durch ihre Elaſticität ausübt, verhält ſich zum Druck der äußern Luft, die bloß durch ihr Gewicht wirkt, wie die Dichtigkeit jener zur Dichtigkeit von dieſer. Wenn alſo die Luft durch Zuſammenpreſſen in einem Gefäße noch einmal ſo dicht geworden iſt, ſo reagirt ſie von innen gegen den Widerſtand, auf den die Luft von außen drückt, durch ihre Elaſticität ſo ſtark, als wenn in dem Gefäße die Luft im gewöhnlichen Zuſtande, außerhalb aber alle Luft weggenommen wäre.

Van Swinden poſit. phyſic. II. S. 131. Auf die vermehrte Gewalt der Luft beym Zuſammendrücken gründen ſich:

1) Die Wirkungen des Heronsballes (pila Heronis), worin man die Luft entweder durch Hineinblaſen, oder, wie bey dem größern metallenen, durch die Compreſſionsmaſchine verdichtet. (Fonticulus compreſſionis). *Muſchenbroek* introd. §. 2110.

2) Der Heronsbrunnen (*fonticulus Heronis*). *Hero* a. a. O. pr. 9. *Muſchenbroek* introd. §. 2110.

3) Die

3) Die Windbüchſe (ſclopeta pneumatica).
Muſchenbroek §. 2111. 2112.

4) Die magiſche Tonne.
Karſtens Anfangsgr. der Naturl. §. 288.

§. 780. Man hat aus verſchiedenen Verſuchen geſchloſſen, daß der Raum, zu welchem eine Maſſe von Luft bey gleicher Temperatur durchs Zuſammendrücken gebracht werden könne, ſich umgekehrt verhalte, wie die drückenden Kräfte, oder die drückenden Gewichte, und daß folglich ihre Dichtigkeit beym Zuſammendrücken im geraden Verhältniß ſtehe mit dieſen drückenden Kräften. Dies Geſetz heißt gemeiniglich das **Mariottiſche**; ſonſt auch das **Boyliſche**. Bey den äußerſten Gränzen der Verdichtung und Verdünnung fällt dies Geſetz freylich weg.

Mariotte opera. Hagae 1740. 4. T. I. p. 155. *Rob. Boyle* defenſio doctrinae de elatere et gravitate aëris, adverſus objectiones *Franc. Lini*; in ſeinen *operibus*, *Genev.* 1680. 4.

Bey der Anſtellung des Verſuchs zum Beweis dieſes Geſetzes in einer gekrümmten gläſernen Röhre, die an dem einen Ende offen, und an dem andern geſchloſſen iſt, worin man die Luft in dem geſchloſſenen Schenkel, durch Queckſilber in dem offenen, comprimirt, iſt es nöthig, daß die Schenkel vollkommen gleich cylindriſch ſind, daß die Luft vom Waſſerdunſt frey ſey, und während dem ganzen Verſuch einerley Temperatur behalte. Endlich muß auch das Queckſilber ſelbſt keine neue Luft etwa hinzu bringen.

§. 781. Die Elaſticität einer und derſelben Luftmaſſe verhält ſich umgekehrt wie die Räume, die ſie einnimmt, und gerade wie die Dichtigkeit.

§. 782. Die Wärme wirkt auf die Luft, wie auf andere Körper; durch Vermehrung derſelben wird ſie ausgedehnt, durch Verminderung zuſammengezogen. Iſt die Luft in einem Gefäße eingeſchloſſen, ſo nimmt durch Vermehrung der Wärme ihre Elaſtici-

ſticität zu, durch Verminderung derſelben nimmt ſie ab.

Eine mit wenig Luft erfüllte Blaſe ſchwillt in der Hitze auf.

Im Luftthermometer drückt die durch die Wärme ausgedehnte und in ihrer Elaſticität vermehrte Luft die Flüſſigkeit in die Höhe.

Im Heronsball wird das Waſſer durch erwärmte Luft zum Springen gebracht.

Die Feuerfontaine.

§. 783. In Anſehung des Maaßes der Ausdehnung der Luft durch eine beſtimmte Anzahl von Graden der Wärme weichen die Reſultate der Beobachter gar ſehr von einander ab. Hr. De Luc nimmt an, daß ſich die Luft vom Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte um $\frac{372}{1000}$, folglich für jeden Grad Aenderung des Queckſilberthermometers mit Reaum. Scale ſich um $\frac{1}{215}$ ihres Voluminis ausdehne; und ſeinen Verſuchen zu Folge nimmt man an, daß die Luft von der mittlern Temperatur (56 bis 60 Gr. Fahrenh.) bis zur Siedhitze des Waſſers um $\frac{1}{3}$ in ihrem Volum wachſe. Nach den Verſuchen des Hrn. Roi hingegen zeigt bey 15° Gr. Reaum. jeder Grad Zunahme der Wärme an, daß der Umfang der Luft um $\frac{1}{170}$ zugenommen habe. Hr. von Saußure giebt ein anderes Verhältniß an, und nach ihm bringt zwiſchen dem 6° R. bis zum 22° ein Grad Aenderung des Thermometerſtandes eine Aenderung des Voluminis der Luft um $\frac{1}{235}$ zu Wege. Nach den Erfahrungen der Herren Vandermonde, Berthollet und Monge dehnt ſich die atmoſphäriſche Luft, bey unverändertem Druck, um $\frac{1}{184,8}$ ihres Volums durch jeden Grad Reaum. aus. Indeſſen lehren die genauen Verſuche

des Hrn. Morveau und Du Vernois, daß die Zunahme der Luft durch die Wärme progreſſiv iſt, oder daß die Luft durch gleiche Quantitäten der Wärme nach dem Thermometermaaße um ſo viel mehr ausdehnbar iſt, je mehr ſie ſchon ausgedehnt iſt. Nach den Verſuchen derſelben beträgt die Vermehrung des primitiven Volums der trocknen atmoſphäriſchen Luft, beym Barometerſtande von 26 Z. 9,5 Linien.

von 0	bis	20	Gr.	Reaum.	0,0789
0	ſ	40	ſ	ſ	0,2570
0	ſ	60	ſ	ſ	0,6574
0	ſ	80	ſ	ſ	0,9368.

Es beträgt dieſemnach die Vermehrung des Volums

von 0	bis	20	Gr.	Reaum.	$0{,}0789 = \frac{1}{12{,}67}$
20	ſ	40	ſ	ſ	$0{,}1781 = \frac{1}{5{,}61}$
40	ſ	60	ſ	ſ	$0{,}4004 = \frac{1}{2{,}49}$
60	ſ	80	ſ	ſ	$0{,}2794 = \frac{1}{3{,}57}$

Ein Hauptumſtand bey Verſuchen dieſer Art iſt die Abweſenheit des Waſſerdunſtes in der Luft, da dieſer ſich ganz anders ausdehnt, als die Luft.

De Luc über die Atmoſph. §. 607. *Schukburgh* in den *Philoſ. Tranſact. Vol. LXVII.* S. 363. ff. *Le Roi*, ebendaſ. S. 689. ff. Saußure Hygrometrie §. 113. *Vandermonde, Berthollet et Monge mém. ſur le fer*, in den *Mém. de l' ac. roy. des ſc.* 1786. S. 36. ff. Morveaus oben (§. 705.) angef. Abhandl.

Nach Robins wird die Luft von der mittlern Temperatur bis zur Hitze des glühenden Eiſens um das Vierfache ihres Volums ausgedehnt.

§. 784. Die Verſuche von Amontons, und die noch genauern von Roi lehren, daß die Elaſticität einer und derſelben Luftmaſſe, deren Dichtigkeit ſich gleich bleibt, durch die Wärme nach eben dem Verhältniſſe wachſe, als ſie durch dieſelbe ſich in einen größern Raum ausdehnen kann (§. 783.).

Amontons in den *Mém. de l'acad. roy. des ſc.* 1702. S. 160. ff. *Le Roi* a. a. O.

§. 785. Aus der Verbindung dieſes Satzes mit dem vorigen (§. 781.) folgt, daß die Elaſticität von einerley Luftmaſſe im zuſammengeſetzten Verhältniß ihrer Dichtigkeit und Wärme, oder daß ſie dem Producte ihrer Wärme in ihrer Dichtigkeit proportional ſey.

Einen ſehr bündigen Beweis dieſes Satzes hat Hr. Lempe geliefert: Beytrag zur Aerometrie, von Joh. Fr. Lempe; in Grens Journ. der Phyſ. B. VII. H. 2.

§. 786. Da alſo die Elaſticität der Luft durch die Wärme wächſt, ſo kann auch eine dünnere Luft, welche erwärmt iſt, einer dichtern, aber kältern, Luft das Gleichgewicht halten. Die erwärmte Luft breitet ſich daher in der kältern aus, ſteigt in derſelben empor, oder ergießt ſich über dieſe hin.

Hierauf gründen ſich

1) Die Wirkung der Wetterſchächte, und die Wetterwechſel in Gruben.

Lomonoſow, in den *nov. comment. petrop.* T. I S. 267. ff. *Jars* in den *Mém. de l'acad. roy. des ſc.* 1768. S. 218. ff.

2) Der Zug der Luft in den Windöfen.

3) Das Emporſteigen der Montgolfieren.

Van Swinden poſit. phyſ. T. II. S. 220. ff. *Faujas de St. Fond* deſcription de la machine aëroſtatique de Monſ. *de Montgolfier*. à Paris 1784. T. I. II.

4) Die entgegengeſetzten Ströme der Luft durch die geöffnete Thür eines geheizten Zimmers.

§. 787. Hierauf gründet ſich ferner die Methode, Gefäße mit ſehr enger Mündung mit Waſſer oder andern tropfbaren Flüſſigkeiten leicht zu füllen. Wird nemlich durch Erwärmung des offenen Gefäßes die darin enthaltene Luft ſo viel als möglich ausgetrieben-

ben, und dann die offene Mündung des heißen Gefäßes in die Flüſſigkeit geſtellt, ſo kann die darin zurückbleibende Luft beym Abkühlen nicht mehr dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht halten, und dieſe treibt nun das Waſſer in daſſelbe hinein. Aus der Vergleichung des übrigbleibenden Raums, den jetzt die abgekühlte Luft im Gefäße noch einnimmt, mit dem Innhalte des Gefäßes, läßt ſich der Grad der Verdünnung, den die Luft erlitten hatte, beſtimmen.

§. 788. Wie ſtark ſich die Luft zuſammendrücken oder wie viel ſie ſich ausdehnen laſſe, weiß man nicht. Ein gewiſſes Maximum der Dichte oder Dünne aber muß es geben, da ſie wol nicht bis ins unendliche fortgehen können. Hales und Richmann brachten ſie durch Zuſammendrückung in einen 300 mal kleinern Raum. Bey der Entzündung des Schießpulvers im eingeſchloſſenen Raume iſt indeſſen die Luft, die ſich dabey bildet, im Augenblick ihrer Entwickelung gewiß in einen noch kleinern Raum gezwängt.

§. 789. Die Erfahrung lehrt, daß an einem und demſelbigen Orte die Höhe des Queckſilbers in der Torricelliſchen Röhre (§. 769.) nicht dieſelbige bleibt, ſondern zu verſchiednen Zeiten bis auf eine gewiſſe Gränze größer oder kleiner iſt. Es folgt hieraus, daß in der Atmoſphäre Urſachen wirkſam ſeyn müſſen, die den Druck der Luft auf die Queckſilberſäule veränderlich machen. Weil alſo die Torricelliſche Röhre den Druck der Luft durch die damit correſpondirende Queckſilberſäule anzeigt, ſo hat man ihr den Namen des Barometers, oder Baroſcops gegeben; und weil mit der Veränderung des Drucks der Luft gewöhnlich eine Aenderung der Witterung

terung verknüpft iſt, ſo nannte man es auch ein Wetterglas.

§. 790. Man hat dem Barometer mancherley Einrichtungen zu geben geſucht, theils um es zu verſchiedenen Anwendungen bequemer, theils die Veränderungen auffallender zu machen, und genauer zu meſſen. So wie die Einrichtung §. 769. angegeben iſt, und wie ſie zuerſt bey der Erfindung war, erfordert das Inſtrument viel Queckſilber, iſt nicht bequem zu transportiren, und es läßt ſich nicht gut eine Scale daran anbringen. Man krümmte zu dem Ende die Röhre wieder nach aufwärts, und maß die Höhe der Queckſilberſäule von der horizontalen Oberfläche des Queckſilbers in dem kürzern Schenkel. Da aber das Queckſilber, wenn es in der längern Röhre durch den verminderten Druck der Atmoſphäre, z. B. um einen Zoll, ſinken ſollte, in dieſem kürzern Schenkel ſteigt, und nun hier wieder um ſo viel durch ſeine eigene Schwere zurückwirkt, folglich macht, daß das in der längern Röhre enthaltene nur um einen halben Zoll ſinken kann, ſo gab man dieſe Einrichtung bald wieder auf, die man doch nachher für die vollkommenſte gehalten hat. Man gab alſo dieſem kürzern Schenkel ein weites kugelförmiges Behältniß, damit das in der längern Röhre herabfallende Queckſilber ſich in einen deſto weitern Raum ausbreiten, und hier in der Kugel die Höhe deſſelben nur unmerklich vermehren, auf das Fallen oder Steigen in der engern Röhre aber keinen merklichen Einfluß haben möchte, da Flüſſigkeiten von einerley Art auch in Röhren von ungleicher Weite gleich hoch ſtehen (§. 288.). Je weiter die Kugel des kürzern Schenkels in Vergleichung der torricelliſchen

Röh-

Röhre iſt, um deſto weniger wird das Niveau der Queckſilberfläche in dieſer Kugel durch das Steigen und Fallen des Queckſilbers in der Torricelliſchen Röhre erniedriget oder erhöhet.

§. 791. Zu ganz genauen Beobachtungen aber, und zu ſolchen Verſuchen, wo das Fallen des Queckſilbers ſehr beträchtlich iſt, kann dies Barometer aus den angeführten Gründen nicht ſicher angewendet werden, wenn man die Scale nicht beweglich macht. Herr de Luc ging daher zu der erſtern einfachen Einrichtung dieſes Inſtruments wieder zurück, und zeigte, daß das Barometer mit dem nach oben zu gekümmten, gleich weiten Schenkel, oder das ſogenannte heberförmige oder Heberbarometer alle Vorzüge beſäße, und durch die gehörige Einrichtung deſſelben der vorhin genannte Fehler, daß es die Höhe des Queckſilbers beym Fallen zu groß und beym Steigen zu klein angiebt, völlig gehoben werden könnte. Wenn man nemlich von dem, um welches das Queckſilber in der längern Röhre gefallen iſt, das abzieht, um welches es in den kürzern Schenkel ſtieg, oder zu dem, um welches es in den längern Schenkel ſtieg, das, um welches es in den kürzern fiel, addirt; ſo hat man jedesmal die wahre Höhe des Fallens und Steigens. Nur die Queckſilberſäule in der Torricelliſchen Röhre, die über dem Niveau des Queckſilbers im kürzern Schenkel ſteht, iſt es, die dem Drucke der Luft correſpondirt.

De Luc über die Atmoſphäre §. 381. ff.

§. 792. Zu der genauen Einrichtung des Barometers gehört, 1) daß es bloß und allein durch Veränderungen im Drucke der Luft afficirt werde,

und

und dieſe Veränderung auch wahrhaft anzeige. Dazu iſt nöthig, daß die Torricelliſche Leere vollkommen rein ſey; denn, wenn ſie Luft enthält, ſo wird die Queckſilberſäule kürzer ſeyn, als ſie ſollte, und die Wärme wird darauf Einfluß haben. Durch Erhitzung der Torricelliſchen Leere muß alſo das Queckſilber in der Röhre nicht herabgedrückt werden, oder ſinken. Um dieſe Torricelliſche Röhre rein zu erhalten, iſt es nöthig, bey Verfertigung des Barometers das Queckſilber in der Röhre ſtark auszukochen. Aus der allgemeinen Wirkung der Wärme auf alle Körper wird man leicht einſehen, daß die Barometerhöhe bey größerer Wärme größer, und bey geringerer Wärme kleiner ſeyn müſſe, wenn auch der Druck der Luft derſelbige bleibt. Herr De Luc fand bey genauer Unterſuchung, daß eine 27 Zoll lange Queckſilberſäule vom natürlichen Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte des Waſſers um 6 Linien oder $\frac{1}{54}$ ihrer Länge zunehme. Nimmt man dieſe Beſtimmung für die richtige, ſo muß die Queckſilberſäule im Barometer, das beym natürlichen Froſtpuncte auf 27 Zoll ſtand, bey unverändertem Druck der Atmoſphäre z. B. um 1 Linie ſteigen, folglich 325 Linien hoch ſtehen, wenn die Temperatur um den ſechſten Theil des Fundamentalabſtandes vom Thermometer zunimmt, und 62° Fahr. oder $13\frac{1}{3}$° Reaum. wird. Die Aenderung der Wärme um 30° Fahr. bringt alſo das Barometer jedesmal um 1 Linie höher, und jede Aenderung um 1° um $\frac{1}{30}$ einer Linie. Herr De Luc hat zu dem Ende um mehrerer Bequemlichkeit willen den Fundamentalabſtand vom natürlichen Froſtpunct bis zum Siedepunct am Thermometer in 96 gleiche Theile getheilt, und ſo kommt auf jeden

den 16ten Grad Zunahme der Wärme dieſes Thermometers 1 Linie Zunahme der Höhe des Barometers, und auf jede Aenderung der Wärme um 1 Grad, $\frac{1}{16}$ Linie Aenderung des Barometerſtandes.

De Luc Unterſ. über die Atmoſph. §. 352 — 365.

Ohne durch neue Scalen die Thermometerſprache unnöthigerweiſe noch mehr zu erweitern, findet man die Berichtigung des Barometerſtandes wegen der Wärme, wenn der am Thermometer beobachtete Grad k, der, auf welchen man die Beobachtung reduciren will, i, und die Zahl der Grade des Fundamentalabſtandes vom Eispuncte bis zum Siedepuncte f heißt, wenn man zur beobachteten Barometerhöhe B noch $\frac{i-k}{54\,f}$ B hinzuſetzt, oder, wenn i — k negativ iſt, $\frac{k-i}{54\,f}$ B davon abzieht. (S. Gehlers phyſik. Wörterb. Art. Barometer.)

Noch iſt hier zu erinnern, daß der Fundamentalabſtand an der Fahrenheitiſchen Scale vom natürlichen Gefrierpunct bis zum Siedepunct bey der Beſtimmung des Hrn. de Luc von 27 Z. Barometerhöhe eigentlich nur gleich 178 Gr. geſetzt werden kann, nicht 180 Gr.

Van Swinden poſit. phyſ. II. S. 107. f.

Nach Roy (*Philoſ. Tranſ. Vol. LXVII.* S. 635. ff.) beträgt die verlängerte Ausdehnung einer 27 Zoll langen Queckſilberſäule durch die Wärme vom natürlichen Froſtpuncte bis zum Siedepuncte 0,5117 engl. Zoll, oder 5,7617 pariſ. Linien; auch iſt die Zunahme durch gleiche Anzahl von Graden in den verſchiedenen Temperaturen nicht gleich groß; nach Roſenthal (Beyträge zur Verfertigung, Kenntniß, und Gebrauch meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha. B. I. 1782. B. II. 1784. 8.) iſt die Ausdehnung der Queckſilberſäule 5,56 pariſ. Lin. und nach Luz (Beſchreib. von Barometern, ſ. oben §. 663. Anm.) 5,64 pariſiſche Linien.

Sinnreiche Vorſchläge zur Berichtigung des Barometerſtandes wegen des Einfluſſes der Wärme, ohne Thermometer, haben La Grange (*Miſcellanea Taurinenſia*, 1759. *T. I.* S. 15. ff.) Lamonon (*Journal de Phyſique T. XIX.* S. 7. ff.) und Roſenthal (Anleitung, das de Lucſche Barometer zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen, Gotha 1779. 8.) gethan. Es gehört hierzu ein heberförmiges Barometer, deſſen Schenkel ganz genau gleich weit ſind.

Van Swinden poſit. phyſ. T. II. S. 104. f.

§. 793.

§. 793. 2) Ein zweyter Umſtand beym Barometer iſt die Scale. Zu dem Ende wird die mit Queckſilber gefüllte, gehörig ausgekochte, und gleich weite Röhre auf einem Brett unbeweglich befeſtigt, und darauf die Scale nach einem ſehr genauen Fußmaaße in Zollen und Linien aufgetragen. Bey uns iſt es gewöhnlich, ſich dazu des Pariſer Fuß⸗Maaßes zu bedienen. Beym heberförmigen Barometer zieht man gemeiniglich in der Mitte der Queckſilberſäule in der Torricelliſchen Röhre einen horizontalen Strich, trägt die Abtheilungen in Zollen, Linien, und Zehntheilchen der Linien oberhalb und unterhalb derſelben auf, und um die jedesmalige wahre Höhe der Queckſilberſäule, die durch den Druck der Luft erhalten wird, zu finden, addirt man den Stand des Queckſilbers oberhalb jener Mittellinie, und unterhalb derſelben bis zum Niveau des Queckſilbers im kürzern Schenkel, mit einander. Wenn man das Barometer bloß zur Beobachtung der Veränderungen des Drucks der Luft für einerley Ort braucht, ſo iſt es hinreichend, die Unterabtheilungen der Zolle in Linien, und Zehntheilchen der Linien, nur einige Zolle oberhalb und unterhalb des Standes des Queckſilbers in beiden Schenkeln anzubringen. Zu den Beobachtungen kleinerer Theile des Maaßſtabes dient ein Nonius oder Vernier.

Da man ſich auch des engl., rheinl. und ſchwediſchen Maaßes zu den Beobachtungen hier und da bedient, ſo theile ich hier nach van Swinden (*poſit. phyſ.* T. II. S. 107) die Vergleichung derſelben mit:

engl.	rheinl.		pariſ.		ſchwed.
31 Z.	30 Z.	1,13 L.	29 Z.	1,05 L.	26,52 Dec. Z.
30 ⸗	29 ⸗	1,48 ⸗	28 ⸗	1,79 ⸗	25,66 ⸗
29 ⸗	28 ⸗	1,83 ⸗	27 ⸗	2,53 ⸗	24,81 ⸗
28 ⸗	27 ⸗	2,18 ⸗	26 ⸗	3,27 ⸗	23,95 ⸗

§. 794. 3) Bey der Beobachtung des Standes des Queckſilbers im Barometer, und der Meſſung der Länge der Queckſilberſäule, iſt es nöthig, daß die Röhre des Barometers vollkommen vertical hänge; daß bey der Beobachtung das Auge in einerley horizontaler Ebene mit der Fläche des Queckſilbers gehalten werde; und daß man den Stand des Queckſilbers bey dem höchſten Puncte ſeiner Convexität ermeſſe. 4) Sonſt gehört es noch zur Verfertigung genauer und vergleichender Barometer, als weſentlich, daß das Queckſilber von der größeſten Reinigkeit ſey, und daher einerley eigenthümliches Gewicht in den verſchiedenen Barometern habe, welches allerdings ein Hauptumſtand iſt; daß die Röhre allenthalben gleich weit, und ohne Rauhigkeit ſey; daß bey dem heberförmigen Barometer der kürzere Schenkel genau parallel mit dem längern, und mit ihm von gleich weitem Durchmeſſer; und endlich daß die Röhre von gehörigem Durchmeſſer (2 bis 3 Linien) ſey.

Van Swinden poſit. phyſ. T. II. S. 94 — 112.

§. 795. Um kleine Veränderungen des Drucks der Luft am Barometer recht bemerkbar zu machen, hat man allerley Complicationen und Künſteleyen daran ausgedacht. Dahin gehören:

1) Das Huygenſche Doppelbarometer.

Journ. des ſav. 1672. Dec. S. 139. Oper. phyſ. T. I. S. 276. *Muſchenbroek* introd. §. 2080.

2) Das Hookſche, oder de la Hire'ſche Doppelbarometer.

Hook in den *philoſ. Tranſ.* n. 185. Vol. XVI. S. 241. *De la Hire*, in den *Mém. de l'acad. roy. des ſc.* 1708. S. 157. ff. *Muſchenbroek* introd. §. 2081.

3) Hooks

3) Hooks Radbarometer.

Hook micrographia. London 1665. Fol. T. XXXVII. Fig. 4. *Muſchenbroek* §. 2089.

4) Morlands ſchiefliegendes Barometer.

Muſchenbroek introd. §. 2078.

5) Bernoulli's rechtwinkligtes Barometer.

Muſchenbroek §. 2083.

Alle dieſe Abänderungen des Barometers ſelbſt aber leiſten zu genauen Beobachtungen des Drucks der Luft die gehofften Vortheile nicht, bringen Vermehrung der Friction zuwege, und der Einfluß der Wärme und Kälte darauf läßt ſich nicht leicht und genau berechnen.

De Luc Unterſ. über die Atmoſph. Th. I.

Von Reiſebarometern ſehe man: de Luc a. a. O. Th. II. §. 459. ff. J. G. v. Magellans Beſchreibung neuer Barometer, a. d. Franz. Leipz. 1782. 8. Lichtenbergs Magaz. für das Neueſte aus der Phyſ. B. I. St. 3. S. 98. Deſcription d' un barometre portatif par Mr. *J. G. Sulzer*, in den *act. helvet.* T. III. S. 259. ff. Beſchreibung eines neuen Reiſebarometers, von Hr. Hurter, in Lichtenb. Magaz. B. V. St. 4. S. 84. ff.

§. 796. Wenn man mit dem Mariottiſchen Geſetze (§. 780.), daß bey gleicher Wärme die Dichtigkeit der Luft und alſo auch ihre Elaſticität der darauf drückenden Kraft proportionirt ſey, noch die Folgerung verbindet, daß bey einerley Maſſe der Luft und bey gleichem Druck die Wärme in dem Verhältniß des Raumes wachſe, und dieſe Sätze auf das Luftthermometer (§. 665.) anwendet, ſo hat man an demſelben einen Maaßſtab für die Wärme der eingeſchloſſenen Luft, und es kann alsdenn dadurch, daß man an demſelbigen die Wirkungen des Barometers

ters von denen der Wärme allein gehörig unterſchei⸗det, von den Fehlern befreyet werden, die es ſonſt hat.

§. 797. Man füllet zu dem Ende eine oben offe⸗ne mehrere Fuß lange enge gläſerne Röhre, welche unten umgebogen iſt, und hier in eine hinlänglich große Kugel ausläuft, mit Queckſilber, daß die Ku⸗gel ohngefähr bis zur Hälfte, und auch die Röhre bis zu einer gewiſſen Höhe damit angefüllt iſt, ſo daß in dieſer das Queckſilber etwa bey der mittlern Temperatur um 1½ Fuß höher ſteht, als in der Ku⸗gel. Die in der Kugel eingeſchloſſene Luft iſt natür⸗licherweiſe ſtärker zuſammengepreßt, als die atmo⸗ſphäriſche, und ſie hält das Gleichgewicht mit einer Queckſilberſäule, deren Höhe ſo groß iſt, als die der⸗malige Barometerhöhe, und mit der Queckſilberſäu⸗le, die von dem Niveau des Queckſilbers in der Ku⸗gel an in der Röhre ſteht. Wenn man alſo nun jedesmal zu der Höhe der Queckſilberſäule in der Röhre dieſes Werkzeuges (die vom Niveau des Queck⸗ſilbers in der Kugel an gerechnet iſt), die jedesma⸗lige Barometerhöhe addirt, ſo hat man die Höhe ei⸗ner Queckſilberſäule, deren Gewicht der Elaſticität der in der Kugel eingeſchloſſenen Luft, und folglich der Wärme proportionirt iſt, die auf die Luft wirkt. Auf dieſe Art eingerichtet iſt es **Amontons Luft⸗thermometer.**

Amontons, in den *Mém. de l' acad. roy. des ſc.* 1702. S. 160. ff. Lamberts Pyrometrie Th. II. Hauptſt. 3. Karſtens Anfangsgr. der Naturl. §. 425. ff.

Wenn die Luft bey gleichem Druck durch gleiche Quantitäten der Wärme nicht gleich ſtark ausgedehnt wird, in verſchiedenen Intervallen der Temperaturen, (§. 783.) ſo ſieht man auch leicht, daß dies Luftther⸗mometer die Verhältniſſe der wirklichen Wärme nicht

durch

durch Verhältniſſe der Ausdehnung der Luft angeben kann. Uebrigens habe ich bemerkt, daß die Luft in der Kugel durch das berührende Queckſilber beym Schütteln der Phlogiſtiſirung fähig iſt, und folglich dann nicht mehr ihre vorige Elaſticität und Ausdehnbarkeit behält.

§. 798. Das Bernoulliſche Luftthermometer erhält man, wenn man die Kugel eines Kapſelbarometers zuſchmelzt. Die Vorzüge deſſelbigen für den gewöhnlichen (§. 665.) beſtehn darin, daß es nun nicht mehr dem Wechſel der äußern Luft oder ihres verſchiedenen Drucks ausgeſetzt iſt; nur muß der Torricelliſche Raum dabey vollkommen ſeyn. Sonſt aber hat es die Unbequemlichkeit, daß die Röhre daran ſehr lang, und weit länger, als bey einem gewöhnlichen Barometer ſeyn muß, weil ſonſt das Aufſteigen des Queckſilbers bey verſtärkten Graden der Wärme die ganze Röhre ausfüllen würde. Uebrigens muß die Röhre enge genug, und die Kugel dagegen hinlänglich weit ſeyn.

§. 799. Die phyſiſchen Eigenſchaften unſerer atmoſphäriſchen Luft, beſonders die Wirkungen ihres Druckes und ihrer Elaſticität, hat man beſonders erſt durch die Luftpumpe (antlia pneumatica) kennen gelernt. Sie iſt die Erfindung eines Deutſchen, des Magdeburgiſchen Burgemeiſters, Otto von Guericke. Er ſtellte ſeine, nach der damaligen Zeit ſehr merkwürdige, Verſuche zuerſt im Jahr 1654 öffentlich zu Regensburg, in Gegenwart des Kaiſers, Ferdinands des Dritten, und mehrerer deutſchen Reichsfürſten an. Caſpar Schott machte dieſe Verſuche zuerſt bekannt. Aus ſeiner Schrift lernte ſie Robert Boyle, der nachher dieſe Erfindung mit einigen Veränderungen noch mehr verbreitete.

Caſp. Schotti ars mechanico - hydraulico - pneumatica. Herbip. 1657. 4. *Otton. de Guerike* experimenta nova, ut vocantur, magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſtelaed. 1672. Fol. *Rob. Boyle* nova experimenta phyſico - mechanica de vi aëris elaſtica et eiusdem effectibus; ex angl. transl. Genev. 1680.; in ſeinen *operibus*.

§. 800. Das Weſentliche der Luftpumpe beſteht aus einem hinlänglich ſtarken metallenen Cylinder, oder dem **Stiefel**, der inwendig ſo genau als möglich von gleich weitem Durchmeſſer iſt, und in welchem ein genau paſſender **Stempel** (Embolus) bequem auf- und niedergeſchoben werden kann. In den Boden des Stiefels tritt eine Röhre, welche durch einen **Teller** geht, auf welchen man den **Recipienten** oder das Gefäß aufſetzt, aus welchem die Luft **ausgepumpt** werden ſoll.

§. 801. Wenn der Stempel von dem Boden des Stiefels in die Höhe gezogen wird, ſo tritt die Luft unter dem Recipienten, der auf dem Teller der Luftpumpe genau anſchließen muß, wegen ihrer Elaſticität durch die Röhre in den Stiefel, und die Luft wird alſo unter dem Recipienten verdünnt. Beym Zurückſtoßen des Stempels in den Stiefel darf nun die Luft nicht wieder unter den Recipienten treten, ſondern es muß die Einrichtung getroffen ſeyn, daß die Luft einen andern Ausgang finden kann. Iſt dies geſchehen und wird der Stempel von neuem in die Höhe gezogen, ſo wird die Luft unter dem Recipienten abermals wieder in den Stiefel treten, und ſolchergeſtalt bey wiederholter Arbeit immer mehr und mehr verdünnt werden. Je größer der Raum des Cylinders in Vergleichung mit dem Recipienten iſt, deſto ſtärker und ſchneller geſchiehet auch die Verdünnung.

§. 802.

§. 802. Um beym Zurückſtoßen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und zu verhindern, daß ſie nicht wieder in den Recipienten zurücktreten kann, dient entweder ein **Hahn** in der den Stiefel mit dem Teller verbindenden Röhre, der auf eine doppelte Art durchbohrt iſt, und hiernach beym Heraufziehen und Herunterſtoßen des Stempels jedesmal gedrehet werden muß; oder es ſind **Ventile** angebracht, eines im Boden des Stiefels, und eines in dem Stempel, die ſich beide aufwärts öffnen. Bey den Luftpumpen mit einem Hahn iſt der Stiefel gewöhnlich und wegen der mehrern Bequemlichkeit liegend, entweder ganz horizontal, oder ſchief gegen den Horizont; bey denen mit Ventilen iſt er ſtehend, und ſie heißen deswegen auch wol **verticale Luftpumpen.** Man hat dieſe auch mit zwey Cylindern, die ſich in die gemeinſchaftliche Röhre des Tellers endigen, und zum ſchnellern Auspumpen ſehr bequem ſind. Sonſt ſind bey allen dieſen Luftpumpen mancherley Vorrichtungen angebracht worden, den Stempel in dem Cylinder bequemer auf und nieder zu bewegen. Um übrigens in den Raum unter dem Recipienten auf dem Teller wieder bequem Luft laſſen zu können, muß die Verbindungsröhre zwiſchen dem Stiefel und dem Teller mit einem Hahn oder Wirtel verſehen ſeyn.

§. 803. Seit der Erfindung der Luftpumpe durch **Otto von Guerike**, und ihrer erſten Verbeſſerung durch **Rob. Boyle**, iſt man häufig bemüht geweſen, dem Werkzeuge theils mehrere Vollkommenheit, theils mehrere Bequemlichkeit zu geben. Dieſe Bemühungen haben aber auch zum Theil das

Inſtrument complicirt gemacht. Auf die Verſchiedenheit der Einrichtung des dabey angewendeten Mechanismus gründen ſich verſchiedene Arten der Luftpumpen, wovon ich hier nur die gewöhnlichern, und die neuern nenne:

1) Senguerds Luftpumpe. Sie iſt mit einem Hahn, und ſchiefliegend oder horizontal; und die gezahnte Stempelſtange wird vermittelſt eines Kreuzhaſpels aus- und eingewunden.

Wolfs nützliche Verſ. Th. I. S. 112. ff.

2) Hawksbee's Luftpumpe. Sie iſt mit doppelten, ſtehenden, Stiefeln und mit Ventilen. Die bezahnten Kolbenſtangen werden durch ein Stirnrad vermittelſt einer Kurbel auf und nieder gewunden.

Acta eruditorum. Supplem. V. S. 403.
Hawksbee experiences phyſico-mécaniques, trad. de l' Angl. à Paris 1754. 2 Vol. 8.

3) Leupold's Luftpumpe. Sie iſt von der vorigen dadurch unterſchieden, daß die Kolbenſtangen an einer Art Waagebalken durch einen doppelarmigten Hebel auf und niedergedrückt werden.

Acta eruditor. 1713. S. 95. Leupold deutliche Beſchreibung der ſogenannten Luftpumpe. Leipz. 1707. 4. Erſte Fortſetzung. 1711. 4.

4) Nollets einfache und doppelte Luftpumpe. Sie haben die Einrichtung, daß einerley Mechanismus, welcher die Kolben zu bewegen dient, auch den Hahn jedesmal in die rechte Stellung verſetzt.

Nollet, in den *Mém. de l' acad. roy. des ſc.* 1740. S. 385. und 567.; 1741. S. 338.; imgl. in den *Leçons de Phyſ. experim. T. III. Leç. X.* Karſtens Lehrbegriff der geſ. Mathematik, Th. VI. S. 432. ff.

S'Graveſands einfache und doppelte Luftpumpen ſind im Weſentlichen den Nolletſchen ähnlich, nur mehr zuſammengeſetzt.

Joh. von Muſchenbroek Beſchreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, a. d. Franz. überſ. von M. Joh. Chriſtoph Thenn. Augsb. 1765. 8. Karſtens Lehrbegr. T. VI. S. 439. ff.

5) Smeatons Luftpumpe, mit Ventilen, und ſo eingerichtet, daß ſie auch zum Zuſammendrücken der Luft angewendet werden kann.

A Letter from M. *J. Smeaton*, concerning ſome improvements made by himſelf in the air-pump; in den *philoſ. Tranſ. Vol. XLVII.* S. 415 ff. Karſtens Lehrbegriff der Mathem. Th. VI. S. 443. ff. Ebendeſſelben Anfangsgr. der Naturl. §. 232. ff.

Einige Verbeſſerungen dieſer Luftpumpe hat Hr. Leiſte angegeben. (Beſchreibung einer neuen Luftpumpe. Wolfenbüttel 1772. 4.)

Die Smeatonſche Luftpumpe, mit den von Nairne und Blunt angebrachten Verbeſſerungen, beſchreibt Hr. Lichtenberg. (Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. 4. und 5. Aufl. nach der Vorrede.)

6) Cuthbertſons Luftpumpe, ohne Hähne und Ventile, mit Stöpſeln und Oehlladen.

Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe, von Joh. Cuthberſon, a. d. Engl. Mannheim 1788. 8.

7) Schraders Luftpumpe, mit metallnen Kegelventilen.

Beſchreibung einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Flensb. und Leipz. 1791. 8., und in Grens Journ. d. Phyſ. B. III. S. 357. ff.

Als eigenthümliche Arten der Luftpumpen ſind folgende anzuſehen:

8) Baaders Luftpumpen mit Queckſilber.

a) Phyſikaliſches Tagebuch, von Hübner. I. Jahrg. 1784. S. 650.
b) Grens Journ. d. Phyſ. B. II. S. 326. ff.

9) Hindenburgs Luftpumpe mit Queckſilber.

Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechaniſmus et deſcriptio, auct. *C. F. Hindenburg*. Lipſ. 1787. 4.

10) Wil-

10) Wilkens und Berretray's Luftpumpe durch Waſſerdämpfe.

Wilke, in den ſchwed. Abhandl. 1769. B. XXXI. S. 31. ff. Beſchreibung von des Herrn Abt Cajet Berretray Luftpumpe; in Grens Journ. der Phyſ. B. VI. S. 86. ff.

* * *

In Anſehung der Erforderniſſe einer guten Luftpumpe, und der Berechnung ihrer Wirkungen ſehe man: Karſtens Lehrbegriff der Mathem. Th. VI. Pneumatik 5. 6. 7. Abſchn.; *Van Swinden poſit. phyſ. T. II.* S. 140 — 157.

§. 804. Zu den Recipienten bey der Luftpumpe bedient man ſich in den mehreſten Fällen gläſerner Glocken von hinlänglicher Stärke, deren Gewölbe der äußern Luft widerſteht, wenn der Druck derſelben durch die Verdünnung der Luft unter der Glocke einſeitig wird. Um das Eindringen der äußern Luft zwiſchen dem Rande der Glocke und dem Teller zu verhüten, dient ein naßgemachtes Leder, in deſſen Mitte ein Loch für die Oeffnung im Teller iſt. Der Rand der Glocke muß recht eben und glatt geſchliffen ſeyn; man drückt ſie anfangs etwas auf den Teller auf, bis ſie hernach bey weiterm Fortpumpen durch den Druck der Atmoſphäre feſt genug anſchließt. Wo aber die Feuchtigkeit des Leders ſchädlich ſeyn könnte, bedient man ſich eines guten Küttes. Sonſt verbindet man auch andere Gefäße, aus denen man die Luft auspumpen will, durch Zapfen mit Schraubenmuttern, die in den Schraubengang der Verbindungsröhre des Tellers genau paſſen, und bringt auch noch mit Oehl getränktes Leder dazwiſchen. Um dieſe Gefäße mit der verdünnten Luft

von der Luftpumpe abzunehmen, dient ein genau ſchließender Hahn in dem Zapfen.

Von der nöthigen Einrichtung des Recipienten, um verſchiedene Bewegungen darunter vornehmen zu können, ſ. *S'Graveſande* elem. phyſ. §. 2476 — 2484.

§. 805. Durch die Luftpumpe kann man keinen vollkommen luftleeren oder torricelliſchen Raum (§. 769.) hervorbringen, ſondern eigentlich nur eine ſtarke Verdünnung der Luft. Die Dichtigkeit der Luft unter dem Recipienten nimmt in geometriſcher Progreſſion beym gleichförmigen Auspumpen ab. Bey gleich großen Zügen verhält ſich ihre Dichtigkeit vor jedem Zuge zur Dichtigkeit nach jedem Zuge wie der Raum, in den ſie ſich nach dem Zuge ausbreitet, zu dem Raum, in dem ſie vor dem Zuge eingeſchloſſen war. Sonſt beurtheilt man auch die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten, oder eigentlicher die Elaſticität des unter dem Recipienten befindlichen expanſiblen Stoffes, (was oft Waſſerdunſt iſt) aus dem Fallen des Queckſilbers in einem Barometer, das unter dem Recipienten ſich befindet, und das nur kurz zu ſeyn braucht; oder aus der Höhe, zu welcher die äußere Luft das Queckſilber in einer Röhre, deren oberes offenes Ende mit dem Raum des Recipienten in Verbindung, und deren unteres Ende im Queckſilber ſteht, hinaufdrückt. **Smeatons Birnprobe** zeigte eigentlich die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten an. Der Raum unter dem Recipienten, der die ſo ſtark als möglich verdünnte Luft enthält, heißt gewöhnlich die **Boyleiſche Leere** (vacuum boyleanum), ſollte aber billig die **Guerickſche** heißen.

Smeaton, in den *philoſ. Tranſ. Vol.* XLVII, S. 420.

§. 806.

§. 806. Mit den wohleingerichteten Luftpumpen laſſen ſich nun durch Verſuche die vorher angeführten Sätze von der Elaſticität und dem Drucke der Atmoſphäre leicht beweiſen und anſchaulich machen, und andere Verſuche anſtellen, die zum Beweiſe verſchiedener noch vorzutragender Sätze dienen.

Verſuche hiezu:

Das Queckſilber ſinkt im Barometer bey der Verdünnung der Luft, die auf das Queckſilber drückt, und ſteigt wieder durch Hinzulaſſung der atmoſphäriſchen Luft.

Das Queckſilber ſteigt in einer Röhre, die oben offen, und mit dem Raum des Recipienten in Verbindung iſt; und fällt wieder bey Hinzulaſſung der atmoſphäriſchen Luft.

Eine Glasplatte wird ſogleich vom Druck der Luft zerſprengt.

Eine Blaſe, die über einen metallenen Cylinder geſpannt iſt, wird durch den Druck der äußern Luft mit einem ſtarken Knall zerſprengt, und auch Waſſer durch dieſelbe getrieben.

Zwey Magdeburgiſche Halbkugeln von 4 Zoll Durchmeſſer, hängen durch einen Druck der Atmoſphäre von nahe 180 Pfund zuſammen.

Eine ſchlaffe, feſt gebundene Blaſe mit atmoſphäriſcher Luft, ſchwellt im Guerickſchen Raum ſtark auf, und fällt wieder durchs Hinzulaſſen der äußern Luft zuſammen.

Der Heronsball ſpringt durch die Elaſticität der eingeſchloſſenen atmoſphäriſchen Luft.

Aus einem Gefäße mit enger Mündung, die im Waſſer ſteht, tritt die Luft beym Auspumpen hervor; und die äußere hinzugelaſſene Luft treibt nachher das Waſſer in das Gefäß hinein.

Ein Heber hört in der verdünnten Luft zu laufen auf.

Täucherlein, die im Waſſer an offener Luft ſinken, ſchwimmen bey verdünnter Luft.

Unter dem Recipienten ſiedet bey ſtarker Verdünnung der Luft nur mäßig erwärmtes Waſſer.

Kaltes Waſſer wird im Guerickſchen Raume zum elaſtiſchen, vollkommen durchſichtigen Dampf, der ſich bey Hinzulaſſung der atmoſphäriſchen Luft niederſchlägt. Bey der Bildung dieſes Dampfes erzeugt ſich Kälte, bey

bey dem Niederſchlagen Wärme, wie ein empfindliches Luftthermometer beweiſt.

* * *

Bier, Milch, Seifenwaſſer, Sauerteig, geben unter der Luftpumpe eine große Menge von Luftblaſen von ſich.

Holz, das durch etwas angehängtes Bley im Waſſer zum Sinken gebracht iſt, giebt beym Verdünnen der Luft eine große Menge Luftblaſen von ſich, und kommt im Waſſer zum Schwimmen.

Holz, das von Luft leer gemacht iſt, ſinkt im Waſſer unter.

Warmblütige Thiere ſterben ſchnell in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe.

Eine brennende Kerze verlöſcht in der verdünnten Luft.

Schießpulver wird im Guerickſchen Raume nicht entzündet, und ein Feuerzeug giebt darin keine Funken.

Bey der Verdünnung der Luft vermindert ſich der Schall, und verſchwindet beynahe ganz.

§. 807. Man pumpe aus einem ſchicklichen Gefäße die darin enthaltene Luft ſo rein als möglich aus, und hänge daſſelbe, nachdem es vor dem Abnehmen von der Luftpumpe durch einen Hahn genau verſchloſſen worden iſt, an eine empfindliche Waage. Man bringe es ins genaue Gleichgewicht, öffne den Hahn, und laſſe die äußere Luft hineintreten, ſo wird es nun einen Ausſchlag geben, und die zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts nöthigen Gegengewichte werden ohngefähr angeben, wie viel die Luft wiegt, die in den Raum der Kugel geht. Da aber die Dichtigkeit der Luft durch die Wärme vermindert, und durch Kälte vermehrt wird; da ſie ferner nicht ſtets in einerley zuſammengepreßtem Zuſtande in der Atmoſphäre iſt, wie das Barometer lehrt; und der in der Luft befindliche Waſſerdunſt nicht immer ſich gleich bleibt, ſo ſieht man leicht, daß man bey Beſtimmung des Gewichts von einem beſtimmten Raume von Luft hierauf Rückſicht nehmen muß. Die

An-

Angaben über das ſpecifiſche Gewicht der Luft gegen das Waſſer, ſind aus eben dieſem Grunde auch ſehr verſchieden.

Die Kugel, deren ich mich zu meinen Verſuchen bediene, iſt aus der Verlaſſenſchaft des ſel. Hrn. HR. Karſten, ſie faßt nahe 119½ rheinl. Decimalcubikzoll; und die Luft, welche dieſen Raum erfüllt, wiegt, wenn ſie nicht ſehr feucht iſt, und die Temperatur von 65° Fahr. hat, bey der Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Linien, 73½ Gran Medicinalgewicht; folglich wiegt ein rheinl. Decimalcubikzoll Luft $\frac{147}{239}$ oder 0,615 Gran. Da nun ein Decimalcubikzoll Waſſer bey dieſer Temperatur 492,229 Gran wiegt (§. 322.), ſo verhält ſich das eigenthümliche Gewicht des Waſſers zu dem der Luft, wie 492229 : 615 oder nahe 800 : 1. Wenn man das eigenthümliche Gewicht des Waſſers zur Einheit annimmt, ſo iſt das der Luft 0,0012. — Ein rheinl. Cubikfuß Luft wiegt ſolchergeſtalt 615,062 Gran in Medicinalgewicht.

§. 808. Da die Luft, wie jeder flüſſige Körper, nach allen Seiten zu drückt, ſo muß jeder darin getauchte Körper, wie beym Abwägen im Waſſer, nicht mit ſeinem abſoluten Gewicht ſinken, ſondern ſo viel davon verlieren, als die Luft wiegt, die mit ihm einerley Raum erfüllt, und ein und ebenderſelbe Körper muß aus eben dieſem Grunde in der Luft ſchwerer werden, oder eigentlich, ſein reſpectives Gewicht (§. 307.) muß zunehmen, wenn er in einen engern Raum zuſammengedrängt wird, wie auch die Erfahrung lehrt. Eben ſo muß auch der Fall der ſchweren Körper in der Luft anders ſeyn, als im leeren Mittel (§. 199.).

Ein ausgedehnter und aufgelockerter Federſack iſt leichter, als wenn er enge zuſammengeſchnürt iſt.

§. 809. Da ferner ein und eben derſelbige feſte Körper in einer Flüſſigkeit abgewogen um deſto weniger von ſeinem abſoluten Gewichte verliert, oder ein deſto grö-

größeres reſpectives Gewicht behält, je geringer das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit, oder je lockerer ſie wird (§. 311.), ſo müſſen einerley Körper, in Luft von verſchiedener Dichtigkeit gewogen, ungleich viel wiegen. Beym Abwägen der Körper auf Waagſchalen nach gewöhnlicher Art kann man dieſe Veränderungen der atmoſphäriſchen Luft in ihrer Dichtigkeit freylich nicht gewahr werden, allein ſchon ziemlich merklich, wenn man Körper, die ſehr ungleich groß ſind, gegen einander abwiegt.

§. 810. Hierauf gründet ſich das **Guerickſche Manometer**. Es wird nemlich an einem empfindlichen Waagebalken eine hinlänglich große hohle, aber luftdicht verſchloſſene, metallene, oder beſſer, gläſerne Kugel aufgehängt, und durch ein maſſives Gewicht von Bley, das gegen die Kugel einen viel kleinern Raum einnimmt, ins Gleichgewicht gebracht. Wenn ſich nun die Dichtigkeit der Luft ändert, ſo müſſen beyde ungleich viel von ihrem abſoluten Gewicht verlieren; und zwar, wenn die Luft dichter wird, ſo giebt das Gegengewicht den Ausſchlag; wird ſie aber dünner, ſo ſinkt die Kugel. Hr. **Gerſtner** hat eine Verbeſſerung dieſes ſehr brauchbaren Werkzeugs angegeben, und zugleich die Anwendung deſſelben bey Höhenmeſſungen mit dem Barometer gezeigt.

Otton. de Guerike exper. nov. S. 114. Gerſtners Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmeſſungen; in den Beob. auf einer Reiſe nach dem Rieſengebürge, Dresd. 1791. 8. S. 271., und in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. 172.

G a s a r t e n.

§. 811. Wenn man ein warmblütiges Thier in einen eingeſchloſſenen Raum von Luft genau verſchließt,

ſchließt, ſo ſtirbt es ſehr bald darin, wenn man nicht friſche Luft hinzuläßt. — Wenn man ferner in einen eingeſchloſſenen Raum von Luft, z. B. in einen Cylinder, den man mit Queckſilber, oder mit Waſſer ſperrt, eine brennende Kerze bringt, ſo verlöſcht dieſe ebenfalls ſehr bald, wenn der Raum der Luft nicht ſehr groß iſt, und zugleich wird die Luft dabey vermindert, und geht in einen engern Raum zuſammen. Eben dies geſchieht durch brennende Kohlen, brennenden Phosphorus, und überhaupt durch jedes Verbrennen.

§. 812. Die bisher abgehandelten phyſiſchen Eigenſchaften der atmoſphäriſchen Luft, auf welche man ſonſt bloß Rückſicht nahm, um ſich das Athemholen der Thiere, und das Verbrennen der Körper zu erklären, reichen ganz und gar nicht hin, um uns von der erwähnten Wirkung eine befriedigende Erklärung zu geben. Alle dabey vorkommende Erſcheinungen zeigen vielmehr auf das deutlichſte, daß in der Miſchung der atmoſphäriſchen Luft etwas ſeyn muß, welches ſie zum Athemholen für Thiere, und zum Verbrennen der Körper darin fähig macht.

§. 813. Wir werden von dieſer Miſchung und von den angeführten (§. 811.) Erſcheinungen Rechenſchaft geben, wenn wir erſt die verſchiedenen **Gasarten** kennen gelernt haben, die eine Entdeckung neuerer Zeiten ſind, und durch welche das Gebiet der Naturlehre ſelbſt anſehnlich erweitert worden iſt. Man verſteht unter dieſen Gasarten jedes permanent elaſtiſche flüſſige Weſen, das in den (§. 766.) angeführten generiſchen Kennzeichen mit der atmoſphäriſchen Luft übereinkömmt, allein ſich durch die

Miſchung und die davon abhängenden chemiſchen Eigenſchaften ſattſam unterſcheidet. Sie unterſcheiden ſich vom Dampf durch ihre permanente Elaſticität.

§. 814. Man erhält dieſe luftförmigen Stoffe auf eine mannigfaltige Weiſe aus ſehr verſchiedenen Subſtanzen, theils bey Auflöſung derſelben, — und das Aufbrauſen (Effervescentia), das man bey den mehreſten Auflöſungen gewahr wird, rührt eben von der ſchnellen Entwickelung luftförmiger Stoffe her; — theils bey der Zerſtörung derſelben durchs Feuer, Gährung oder Fäulniß, theils durch andere anzuführende Operationen.

§. 815. Alle dieſe Gasarten ſind in den feſten oder liquiden Körpern, aus denen man ſie erhält, vorher nicht als elaſtiſche, aber comprimirte, Flüſſigkeit zugegen geweſen; ſondern werden erſt in und während der Operation ihrer Entbindung gebildet. Sie beſtehen alle aus einer Baſis, die an ſich nicht expanſibel iſt, und dem expanſiven Wärmeſtoff, durch den jene Baſis expanſibel und gasförmig wird. Die Verbindung beider iſt chemiſch, und die niedrigere Temperatur trennt die Baſis nicht vom Wärmeſtoff, wie im Dampfe. Sehr wahrſcheinlich iſt in allen Luftarten Lichtmaterie das Verbindungsmittel zwiſchen der Baſis und dem Wärmeſtoff.

§. 816. Die ſo wichtigen und intereſſanten Entdeckungen dieſer Luftarten haben eigene Werkzeuge nöthig gemacht, um ſie bey der Zerlegung der Körper durch Auflöſung oder Feuer, wobey ſie zum Vorſchein kommen, bequem aufzufangen, und ohne Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft zu erhalten.

Man

Man begreift dieſe Werkzeuge unter dem Namen des pneumatiſch-chemiſchen Apparats (apparatus pneumato-chemicus).

§. 817. Jede luftförmige Flüſſigkeit iſt ſtets ſpecifiſch leichter, als irgend eine tropfbare Flüſſigkeit, und ſteigt in dieſer aufwärts. Hierauf gründet ſich das Weſentlichſte beym pneumatiſch-chemiſchen Apparat. Das erſte Stück iſt eine ovale Wanne von Holz oder verzinntem Kupfer, worin einige Zoll unter dem Rande ein Geſimſe waagerecht angebracht iſt. In dieſem Geſimſe befinden ſich einige kurzhälſigte Trichter neben einander, ſo daß ihre weitere Mündung dem Boden der Wanne zugekehrt iſt. Die Wanne wird ſo weit mit Waſſer angefüllt, daß daſſelbe das Geſimſe ohngefähr einige Zoll hoch bedeckt. Das Geſimſe ſelbſt dient nun dazu, daß die mit Waſſer gefüllten umgekehrten Gläſer und Vorlagen mit ihren Mündungen auf die Löcher geſtellt werden können, durch welche vermittelſt der Trichter die Luftblaſen in dieſe Vorlagen geleitet werden ſollen.

§. 818. Da aber einige Luftarten bey der Berührung des Waſſers entweder ſogleich oder nach einiger Zeit ihren luftförmigen Zuſtand verlieren, und damit zur tropfbaren Flüſſigkeit werden, ſo iſt dieſe Vorrichtung (§. 817.) nicht anwendbar; und man muß alsdann das Queckſilber zum Sperren anwenden. Der Preiß und die Schwere des Queckſilbers macht freylich, daß man dieſen Queckſilberapparat kleiner machen muß; deſſen Einrichtung aber im Grunde dem vorigen ähnlich iſt. Zur Wanne dient entweder recht dicht zuſammengefugtes Holz oder Eiſenblech.

Gren Beſchreibung eines Queckſilberapparats, im Journ. der Phyſ. B. I. S. 201.

§. 819.

§. 819. Zur Entbindung der Luftarten ſelbſt, die man durch Deſtillationen oder Aufloͤſung gewiſſer Stoffe erhaͤlt, dienen allerley Retorten, glaͤſerne oder irdene, die man mit den zu zerlegenden Stoffen ins Sandbad, oder beſchlagen in freyes Feuer legt. An die Muͤndung der Retorte kuͤttet man nach Beſchaffenheit der Umſtaͤnde eine blecherne oder glaͤſerne Roͤhre, deren untere Oeffnung unter den Trichter der mit Waſſer oder Queckſilber gefuͤllten Wanne geſteckt wird. Wenn ſich dabey zugleich ſolche Daͤmpfe erheben, die das Metall angreifen wuͤrden, ſo dienen glaͤſerne Tubulatretorten mit einem am untern Ende nach oben gekruͤmmten langen Halſe. Um die dabey zu gleicher Zeit in Dampfgeſtalt uͤbergehenden Subſtanzen als tropfbare Fluͤſſigkeit durch Abkuͤhlung beſonders aufzufangen, dient eine ſogenannte Mittelflaſche. Zur Entwickelung luftfoͤrmiger Stoffe bey den Aufloͤſungen, die keine aͤußere Hitze erfordern, wird beſonders die Entbindungsflaſche gebraucht. Zu Vorlagen, in welche die durch das Waſſer oder Queckſilber gehende Luftarten treten, dienen glaͤſerne Cylinder, mit oder ohne eingeriebene Stoͤpſel, oder Glasflaſchen. Um einige Luftarten, die ſich nur langſam in dem Waſſer aufloͤſen laſſen, bequem damit in Verbindung zu bringen, iſt vorzuͤglich die Parkerſche Glasgeraͤthſchaft anwendbar.

Die bey der Entbindung und Auffammlung dieſer Luftarten nothwendigen Handgriffe werden in den Vorleſungen ſelbſt gezeigt.

Grens ſyſtem. Handb. der Chemie Th. I. §. 163. ff. §. 242. f. Beſchreibung eines Glasgeraͤthes von J. H. Magellan, a. d. Engl. von G. T. Wenzel. Dresden 1780. 8.

§. 820. Man kann alle die hier abzuhandeln͜den verſchiedenen Luftarten füglich unter zwey Claſſen bringen: 1) ſolche, die zum Einathmen für Thiere, und zur Erhaltung des Feuers dienen, (einathembare, reſpirable Luftarten,) die man auch wol wahre Luft nennt; und 2) ſolche, welche weder zum Athemholen für Thiere tauglich ſind, noch zur Unterhaltung des Feuers dienen können (mephitiſche Luftarten, Gasarten, Schwadenarten, irreſpirabele Luftarten). Sie ſind ferner entweder mit dem Waſſer miſchbar, und laſſen ſich darin auflöſen; oder das Waſſer verbindet ſich nicht damit. Einige ſind endlich bey Berührung der atmoſphäriſchen Luft entzündlich; andere nicht. Wir betrachten ſie hier ohne ſyſtematiſche Ordnung.

J. B. Trommsdorff Tabelle über die Luftarten. Weimar 1790.

§. 821. 1) Luftſaures Gas, fixe Luft (Gas aëreum, aër fixus, *Gas acide carbonique* L.). Man gieße in einer Entbindungsflaſche auf gepulverte Kreide verdünnte Vitriolſäure, ſo entſtehet ein ſtarkes Aufbrauſen, das von der entwickelten Luftſäure herrührt. Man bringe die Mündung der Seitenröhre der Flaſche unter den Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne, und laſſe die aufſteigenden Luftblaſen in die Vorlage treten. Oder man fülle eine kleine irdene beſchlagene Retorte mit rohem Kalkſtein, Kreide, Marmor, u. d. gl. Kalkarten an, kütte eine Röhre an die Mündung der Retorte, lege das untere Ende der Röhre unter den Trichter der Wanne des pneumatiſchen Apparats, und erhitze dann die Retorte bis zum Glühen, ſo geht während

rend dem Glühen das luftſaure Gas in die Vorlage über.

§. 822. Dieſes luftſaure Gas unterſcheidet ſich von der atmoſphäriſchen Luft durch ſehr auffallende Eigenſchaften. Es iſt unfähig beym Einathmen von Thieren, das Leben derſelben zu erhalten, und tödtet ſie. Es iſt unfähig das Verbrennen der Körper zu unterhalten, und löſcht eine hineingebrachte brennende Kerze aus. Das kalte Waſſer verſchluckt dieſes Gas nach und nach beym Ruhigſtehen, ſchneller beym Schütteln damit; und Waſſer von der mittlern Temperatur kann ſehr nahe ein gleiches Volum des Gas in ſich ſaugen. Das Gas iſt ſauer und ſtechend vom Geſchmack und Geruch, und das damit angeſchwängerte Waſſer hat einen ſäuerlichen Geſchmack, färbt die Lackmustinctur roth, und wirft Blaſen, wenn man es ſchüttelt. Es kömmt dies Waſſer hierin mit den **natürlichen Sauerbrunnen**, dergleichen das Pyrmonter-, Selter-, Eger-Waſſer u. a. m. ſind, überein, die ſich freylich ſowohl von einander ſelbſt, als von reinem luftſauren Waſſer durch andere aufgelöſte Beſtandtheile unterſcheiden. Durch Erhitzung und Kochen wird alles luftſaure Gas aus dem Waſſer wieder als elaſtiſche Luft ausgetrieben, eben ſo auch durch die Luftpumpe. Vermöge dieſes Gas iſt das Waſſer fähig, auch andere Subſtanzen, z. B. Erden und Eiſen, aufzulöſen, die es für ſich nicht auflöſen kann. Beyſpiele geben die **luftſauren Stahlbrunnen**, wie das Pyrmonter und Egerwaſſer. Um die Anſchwängerung des Waſſers mit der Luftſäure bequem zu verrichten, dient entweder die **Parkerſche Glasgeräthſchaft** *), oder der **Apparat des Hrn. Baader** **).

Torbern Bergmann de acido aëreo; in ſeinen *opuſc. phyſ. chem.* Vol. I. S. 1.

*) J. A. von Magellan Beſchreibung eines Glasgeräthes, vermittelſt deſſen man mineraliſche Waſſer in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. a. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

**) Baaders Beſchreib. von Maſchinen zur Anſchwängerung des Waſſers mit Luftſäure; in Grens Journ. d. Phyſ. B. III. S. 4.

§. 823. Mit den reinen Alkalien und der reinen Kalkerde verbindet ſich die Baſis des luftſauren Gas oder die Luftſäure (§. 365.) ſehr leicht und gern, und beide verlieren dadurch ihre Aetzbarkeit (§. 381.) und kommen in einen neutral- und mittelſalzigen Zuſtand. Miſcht man luftſaures Gas zum Kalkwaſſer (§. 381.), ſo wird dies ſogleich getrübt, weil der darin aufgelöſte reine Kalk die Luftſäure in ſich nimmt, ſich dadurch in luftſauren Kalk verwandelt, der als ſolcher im Waſſer nicht auflösbar iſt; ein Ueberſchuß von Luftſäure macht indeſſen den luftſauren Kalk wieder im Waſſer auflöslich, oder, welches einerley iſt, luftſaures Waſſer löſt den luftſauren Kalk auf. Dieſe Auflöſung wird durch Kochen zerſetzt. Die Kalkerde hat gegen die Luftſäure nähere Verwandtſchaft, als die Alkalien dagegen haben; und jene entzieht daher dieſelbe den luftſauren Laugenſalzen und macht ſie ätzend (§. 381.). Kalkwaſſer wird eben deswegen vom luftſauren Alkali ſogleich getrübt.

§. 824. Das luftſaure Gas iſt ſchwerer, als die gemeine Luft, bey gleichem Druck und gleicher Wärme. Das Verhältniß des eigenthüml. Gewichts deſſelben zu dem anderer Gasarten iſt oben (S. 240.) angegeben worden. Es vermiſcht ſich nicht ſogleich mit

der atmoſphäriſchen Luft, ſondern ſinkt darin zu Boden.

§. 825. Die Baſis des luftſauren Gas macht in gar vielen Körpern einen Beſtandtheil aus, und man kann deswegen daſſelbe auf gar mancherley Weiſe gewinnen. Sie iſt ein Beſtandtheil aller organiſchen Körper und aller ihrer Theile, imgleichen der Erdharze, der Kohle und der Pflanzenſäuren. Es kömmt daher luftſaures Gas zum Vorſchein: bey der trocknen Deſtillation der Gewächſe und ihrer Producte (§. 469. 470.), beym Verbrennen derſelben und ihrer Kohle (§. 473.), bey der Weingährung (§. 490.), bey der trocknen Deſtillation thieriſcher Subſtanzen (§. 484.), beym Durchgang glühender Waſſerdämpfe durch thieriſche und vegetabiſche Kohle (§. 473. 487. Anm.), bey Zerſetzung aller organiſchen Stoffe durch Salpeterſäure, und durch Fäulniß (§. 507.), beym Verbrennen der Erdharze, und des Reißbleyes (§. 443.), und der ſchweren brennbaren Luft. Den moußirenden Weinen (§. 490.) ertheilt es das Sprudelnde und das Stechende im Geſchmack. Seine Baſis iſt ferner ein Beſtandtheil der rohen Kalkerden, und kann durch Brennen und durch Auflöſung in Säuren, als luftſaures Gas geſchieden werden. Bey dem Athemholen warmblütiger Thiere entwickelt ſich daſſelbe, und iſt in der ausgehauchten Luft allemal anzutreffen. In unſerer Atmoſphäre iſt immer luftſaures Gas zugegen.

§. 826. Das **luftſaure Gas** hat zur Baſis (§. 337.) die **Luftſäure**, die ich oben (§. 365.) als eine eigene Säure mit aufgeführt habe, und dann das **Waſſer**. Beide ſind durch den damit vereinigten Wärme-

me-

meſtoff in den Zuſtand der expanſibeln Flüſſigkeit gebracht. Daß aber auch das Waſſer einen weſentlichen Beſtandtheil des trocknen luftſauren Gas ausmache, wird theils dadurch, daß in allen Operationen, durch welche dieſes Gas erhalten wird, Waſſer zugegen ſeyn muß, theils durch directe Erfahrungen von Prieſtley, erwieſen.

F. A. C. Gren diſſ. de geneſi aëris fixi et phlogiſticati. Hal. 1786. 8. Prieſtley in Grens Journal der Phyſ. B. I. S. 104. ff.

Nach Hrn. Lavoiſier ſind der reine Kohlenſtoff (carbone) und das Oxygen die Baſis des luftſauren Gas (*Gaz acide carbonique*).

§. 827. 2) **Stickgas, phlogiſtiſirte Luft** (gas mephiticum, aër phlogiſticatus). Man nehme friſch bereitete und gepulverte Schwefelleber, ſchütte ſie in ein flaches irdenes Geſchirr, ſtelle dies auf einem Fußgeſtelle in eine Schüſſel mit Waſſer, bedecke den Apparat mit einer gläſernen Glocke, und laſſe alles ſo zuſammen an einem temperirten Orte ſtehen. Die Luft unter der Glocke vermindert ſich nach und nach, und das Waſſer ſteigt darin empor. Wenn die Verminderung der Luft endlich nicht mehr zunimmt, und wenn anders Schwefelleber genug angewendet worden war, ſo iſt der Rückſtand der Luft in der Glocke das Stickgas. — Oder man nehme zu jeden 20 C. Z. atmoſphäriſcher Luft, die das Gefäß enthält, 2 Gran Phosphorus; lege ihn in eine dünne metallene Schaale, die auf dem Waſſer des Beckens ſchwimmt, ſtelle einen gläſernen, oben und unten offnen, Cylinder darüber, der oben mit einem eingeriebenen Stöpſel verſchloſſen werden kann; man trage Sorge, daß das Waſſer innerhalb und außerhalb dem Cylinder hoch genug ſtehe; man

verſchließe ihn luftdicht, merke die Höhe des Waſſers darin, und zünde dann mit einem Brennglaſe durch Hülfe der Sonnenſtrahlen den Phosphorus an. Durch die Expanſion, welche die Luft durch die Hitze des Brennens erleidet, drückt ſie das Waſſer anfänglich hinab, und könnte ſo zum Theil entwiſchen, wenn der Cylinder nicht tief genug im Waſſer ſteht. Bald aber vermindert ſich das anfängliche Volum der Luft; das Waſſer ſteigt über das gemachte Zeichen empor; und der Rückſtand der Luft wird, wenn die Phosphorſäure ſich daraus niedergeſchlagen, völlig klar und helle. Dieſer Rückſtand iſt das Stickgas. — So wird dies Gas durch jedes Verbrennen der Körper in reſpirabler Luft erhalten; nur daß es, wenn die verbrennlichen Körper, wie z. B. Kohle, Kerzen, und alle organiſche Körper, zugleich auch Luftſäure enthalten, mit dieſer vermiſcht iſt. Die ſich aber davon durch Kalkwaſſer leicht ſcheiden läßt. So erhält man dies Stickgas ferner beym Verkalken der Metalle in reſpirabler Luft, bey der Zerſetzung der Salpeterluft durch letztere, beym Verwittern der Kieſe in der reſpirablen Luft. Endlich iſt es auch in der von warmblütigen Thieren ausgeathmeten Luft anzutreffen, und bleibt nach der Scheidung des luftſauren Gas davon zurück.

§. 828. Dieſe phlogiſtiſirte Luft iſt etwas weniges ſpecifiſch leichter als die atmoſphäriſche Luft (S. 240); ſie wird vom Waſſer nicht verſchluckt; hat keinen Geruch und Geſchmack; wirkt nicht auf die blaue Lackmustinctur und aufs Kalkwaſſer; iſt irreſpirabel, tödtet Thiere, die darin eingeſchloſſen werden, dient nicht zur Unterhaltung des Feuers, und verlöſcht eine hineingebrachte brennende Kerze ſogleich.

Von

Von der Schädlichkeit des ſogenannten Kohlendampfes.

§. 829. Dieſe Luftart wird nie ohne Beyhülfe der reſpirablen, d. i., der atmoſphäriſchen oder der dephlogiſtiſirten Luft, und nie ohne phlogiſtiſche Körper erhalten. Ich ſehe ſie daher für nichts anders an, als für reſpirable Luft, die mit dem Brennſtoff ganz geſättigt iſt; und daraus laſſen ſich denn auch die Erſcheinungen, die ſie zeigt, genugthuend erklären. Die Beſtandtheile dieſer Gasart ſind demnach: Waſſer, Lichtmaterie und Wärmeſtoff; wie es auch der oben (§ 761.) angeführte Verſuch außer allen Zweifel ſetzt.

Nach Hr. Lavoiſier iſt die Baſis dieſes Gas ein eigenes unbekanntes Weſen, daß er *Azote* nennt, und das darin durch den Wärmeſtoff luftförmig iſt. Nach ihm macht das *Gaz azote* einen abgeſonderten Antheil unſerer atmoſphäriſchen Luft aus; und bleibt ſo in den (§. 827.) angeführten Prozeſſen bey Zerſetzung des Gas oxygene der reſpirablen Luft zurück.

§. 830. 3) Salpetergas (gas nitroſum). Man erhält es aus allen leicht entzündlichen und brennſtoffreichen Körpern vermittelſt der Salpeterſäure. Da aber durch die Einwirkung deſſelben auf die Körper zugleich auch die Luftſäure (§. 825.) mit freygemacht wird, die darin enthalten iſt, ſo iſt es nicht rathſam, ſich organiſcher Stoffe, oder ihrer Producte, und auch nicht einmal des Eiſens zu bedienen, um reines Salpetergas zu erhalten. Am beſten bereitet man daſſelbe aus Kupfer, Queckſilber, Silber oder Zinn, bey ihrer Auflöſung in Salpeterſäure. Man ſchüttet zu dem Ende Kupferdrath in eine kleine Entbindungsflaſche, gießt darauf ein Gemiſch aus zwey Theilen Waſſer und einem Theil concentrirter Salpeterſäure, ſo daß die Flaſche ganz damit

angefüllt wird, und keine reſpirable Luft darin zurückbleibt. Bey der Auflöſung des Kupfers in der Salpeterſäure entwickelt ſich nun das Salpetergas, und bewirkt das Aufbrauſen; man bringt dann die Mündung der Seitenröhre der Entbindungsflaſche unter den Trichter der Wanne des pneumatiſchen Apparats, und fängt die ſich entwickelnde Luft auf.

§. 831. Das Salpetergas iſt irreſpirabel und tödtet hineingebrachte Thiere ſogleich. Es dient nicht zum Verbrennen verbrennlicher Subſtanzen oder zur Unterhaltung des Feuers und verlöſcht eine hineingetauchte brennende Kerze. Es iſt ſchwerer, als atmoſphäriſche Luft (S. 240.). Es verbindet ſich mit dem Waſſer nur langſam und ſchwach, und dies kann nur $\frac{1}{10}$ davon in ſich nehmen. Es trübt das Kalkwaſſer nicht, und macht die ätzenden Laugenſalze nicht milder. Es dient nicht zum Wachsthum der Pflanzen; widerſteht aber der Fäulniß organiſcher Körper.

§. 832. Das Salpetergas verliert ſeinen luftförmigen Zuſtand ſogleich, ſobald es die atmoſphäriſche Luft berührt, verwandelt ſich unter Erwärmung in einen röthlichen Rauch, der wie Scheidewaſſer riecht, von dem Waſſer ſogleich verſchluckt wird, und damit wieder eine verdünnte Salpeterſäure liefert. Die atmoſphäriſche Luft wird dadurch in phlogiſtiſirte Luft verwandelt (§. 827.) und zugleich dadurch vermindert. Durch ohngefähr 16 Theile atmoſphäriſche Luft werden 7 Theile Salpeterluft zerſetzt, und es bleiben nur ohngefähr noch 12 Theile von der atmoſphäriſchen Luft übrig, die ganz phlogiſtiſirt ſind.

§. 833. Die Salpeterluft wird aber nicht zerſetzt durch luftſaures Gas, Stickgas, und alle übri-

ge nicht zum Verbrennen dienende Luftarten, und ſie läßt ſich mit ihnen in allen Verhältniſſen vermiſchen, ohne zu Dampf zu werden.

§. 834. Die Baſis dieſer Gasart iſt **Salpeterſäure, Waſſer** und **Brennſtoff**, wie ich auch ſchon oben (§. 407.) angezeigt habe. Der letztere, welcher von der Salpeterſäure wegen ihrer nahen Verwandtſchaft dazu, den brennlichen Körpern und reguliniſchen Metallen entriſſen wird, ändert die Natur dieſer Säure dergeſtalt um, daß ſie, wie die Vitriolſäure im Schwefel dadurch alle ihre Acidität verliert. Kömmt aber das Salpetergas mit reſpirabler Luft in Berührung; ſo entzieht ihr dieſe wieder einen Theil des Brennſtoffs; das Gas wird unter Entlaſſung des gebundenen Wärmeſtoffs zerſetzt, und es ſchlagen ſich das Waſſer und die phlogiſtiſirte Salpeterſäure zuſammen in Geſtalt des röthlichen Rauches nieder (§. 832.), der ſich nach und nach zur tropfbar flüſſigen Salpeterſäure verdichtet. Die reſpirable Luft wird durch den vom Salpetergas aufgenommenen Brennſtoff phlogiſtiſirt, und dadurch vermindert. So ſind aus den angeführten Beſtandtheilen dieſes Gas alle Phänomene deſſelben leicht und genugthuend zu erklären.

Nach Hrn. Lavoiſier hat das Salpetergas (*gaz nitreux*) *Azote* und *Oxygene* zur Baſis. Das erſtere hat das Beſtreben, ſich mit noch mehrerm Oxygène zu verbinden, und es ſo dem Gas oxygene zu entziehen, das dadurch zerſetzt wird. Durch dieſes mehrere Oxygene wird das Azote zum Acide nitreux.

§. 835. 4) **Leichtes brennbares Gas** (gas inflammabile). Man erhält es durch Auflöſung reguliniſcher Metalle in Salzſäure, oder verdünnter

Vi-

Vitriolſäure (§. 407.). Man ſchütte zu dem Ende gekörnten oder in Stücke gebrochenen Zink in die Entbindungsflaſche, und gieße darauf ein Gemiſch aus 1 Theil Vitriolöhl und 6 Theilen Waſſer. Die Auflöſung geſchiehet mit mäßiger Lebhaftigkeit und Aufbrauſen. Die ſich entwickelnde Luft fange man vermittelſt des übrigen pneumatiſchen Apparats durch Waſſer hindurch auf.

§. 836. Dieſes brennbare Gas iſt das leichteſte von allen Gasarten (S. 240), doch wechſelt ſein ſpecifiſches Gewicht nach der Art ſeiner Verfertigung ab. Es hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, iſt irreſpirabel, und löſcht ein hineingetauchtes Licht aus. Sonſt aber brennt es ſelbſt, da wo es die atmoſphäriſche Luft berührt, mit einer bläulichen Flamme, die deſto ſchneller in das Gefäß ſteigt, je weiter die Mündung deſſelben iſt. Vermiſcht man das Gas mit etwa drey Theilen atmoſphäriſcher Luft, ſo brennt es bey der Entzündung mit einem ſtarken Knalle ab; das Gemiſch heißt auch Knallluft. Während dem Abbrennen dieſer Luft mit reſpirabler ſetzt ſich ein feuchter Beſchlag an die Wand des Gefäßes ab. Auch der electriſche Funke entzündet die Knallluft. Das brennbare Gas löſt ſich nicht im Waſſer auf; zerſetzt die Salpeterluft nicht; trübt das Kalkwaſſer nicht; färbt die Lackmustinctur nicht roth.

§. 837. Man erhält dies leichte brennbare Gas ebenfalls, wenn man glühende Waſſerdämpfe mit Eiſen in Berührung bringt. Man kann zu dem Ende in eine kleine gläſerne Retorte, die in einem Sandbade liegt, reines Waſſer ſchütten, den Hals der Retorte in einen eiſernen Flintenlauf kütten, den mittlern

ſern Theil des letztern glühend erhalten, und die untere Mündung unter den Trichter der Wanne des pneumatiſchen Apparats bringen. So wie das Waſſer in der Retorte zum Kochen gebracht wird, und die Dämpfe deſſelben durch die glühende Stelle des Rohrs ſtreichen, werden ſie in brennbares Gas verwandelt, und gehen als ſolches in die Vorlage über. Das Eiſen wird an der glühend gemachten Stelle unvollkommen verkalkt, und es iſt zu merken, daß, wenn der Verſuch gehörig gelingen ſoll, das Eiſen an der glühenden Stelle reguliniſch ſeyn muß. Bey der Wiederholung des Verſuchs mit einem und demſelbigen Rohre muß man daher erſt den entſtandenen Sinter gehörig abſtoßen.

§. 838. Aus dieſem Verſuch ſo wohl, als aus dem Waſſer, welches ſich beym Abbrennen des brennbaren Gas mit reſpirabler Luft niederſchlägt, nehmen die Antiphlogiſtiker hauptſächlich den Beweis her, daß das Waſſer zuſammengeſetzt ſey aus der Baſis des leichten brennbaren Gas, oder dem **Hydrogene**, und der Baſis der dephlogiſtiſirten Luft, oder dem **Oxygene**, wie ich ſchon oben (§. 765.) angegeben habe. Sie haben, theils um das Abbrennen beider Gasarten bequem zu veranſtalten, theils um die reſpectiven Quantitäten der dazu angewandten Gasarten genau zu meſſen, und das erhaltene Waſſer gehörig zu ſammlen und zu wägen, eigene Vorrichtungen eingeführt, denen ſie den Namen der **Gazometer** gegeben haben. Hr. **van Marum** hat dieſen Apparat ziemlich vereinfacht.

Lavoiſier traité elementaire de chimie, T. II. S. 342. ff. Beſchreibung eines ſehr einfachen Gazometers, von Hr. van Marum; im Journ. der Phyſ. B. V. S. 154., B. VI. S. 3.

§. 839. Die Erklärung der Antiphlogiſtiker von der Zerſetzung des brennbaren Gas bey der Entzündung mit Lebensluft iſt folgende. Das brennbare Gas beſteht aus Hydrogene und Wärmeſtoff. In der Glühehitze verläßt das Hydrogene den Wärmeſtoff, wenn es Gelegenheit hat, ſich mit dem Oxygene zu vereinigen, das die Baſis der Lebensluft ausmacht. Beide treten alſo zum Waſſer zuſammen, und ihr reſpectiver Wärmeſtoff, wird frey, bewirkt die Erhitzung und Flamme bey der Entzündung. Den §. 837. angeführten Verſuch nehmen ſie als eine Beſtätigung dieſer Erklärung an. Es entziehe nemlich das glühende Eiſen dem Waſſer ſein Oxygene, und werde dadurch zum Kalk (oxide), das Hydrogene des Waſſers werde frey, und bilde mit dem Wärmeſtoff das brennbare Gas. Die Bildung der brennbaren Luft bey der Auflöſung der Metalle in verdünnten Säuren erklären die Vertheidiger des Oxygens ebenfalls aus dieſer vermeynten Zerlegung des Waſſers.

§. 840. Es bedarf aber nicht nur der angenommenen Zuſammenſetzung des Waſſers nicht, um die angeführten Phänomene zu erklären; ſondern es finden ſich dabey auch Umſtände ein, die ſie ganz offenbar widerlegen. Die Baſis des brennbaren Gas iſt das Waſſer, der Brennſtoff, und etwas von der zu ihrer Bereitung angewendeten Säure; und dieſe Baſis iſt durch den Wärmeſtoff luftförmig. Wird das brennbare Gas in Verbindung mit der reſpirablen oder dephlogiſtiſirten Luft zur Entzündungshitze gebracht, ſo zieht die letztere Luft den Brennſtoff des brennbaren Gas an; er wird zum Theil zerſetzt, ſeine beiden Beſtandtheile, Licht- und Wärmematerie, treten als Feuer hervor, zum Theil wird er von der de-

dephlogiſtiſirten Luft von neuem gebunden, die damit zur phlogiſtiſirten Luft wird. Immer bleibt daher auch im Rückſtande phlogiſtiſirte Luft oder Stickgas übrig, auf das die Antiphlogiſtiker aber nicht Rückſicht nehmen, und es bloß für präexiſtirend in der angewandten Lebensluft anſehen. So wird nun das brennbare Gas zerſetzt; ſein Waſſer ſchlägt ſich nieder; und da dies Waſſer vorher in der Luft durch die Vereinigung mit dem Brennſtoff eines Theils ſeines Gewichtes beraubt worden war, ſo muß es auch jetzt mehr wiegen, als das Gas für ſich wog, nachdem der Brennſtoff abgeſchieden worden iſt. Nun iſt noch ein Umſtand hierbey, den Prieſtley zuerſt ins gehörige Licht geſetzt hat; nemlich, daß bey dem Abbrennen beider Luftarten auch Säure zum Vorſchein kömmt, und zwar dann, wenn ein Ueberſchuß von dephlogiſtiſirter Luft ſtattfindet; daß hingegen das Reſultat der Exploſion ſimples Waſſer iſt, wenn ein Ueberſchuß von entzündbarem Gas da iſt. Man hat dieſe Säure für Salpeterſäure gehalten, es verdient aber doch noch nähere Unterſuchung. — Die Bildung des brennbaren Gas beym Durchgang der Waſſerdämpfe durch glühendes Eiſen erkläre ich daraus, daß das Waſſer beym Glühen dem reguliniſchen Eiſen den Brennſtoff entreißt, es ſolchergeſtalt verkalkt, und in Verbindung mit etwas Säure des Eiſens (vielleicht Phosphorſäure, vielleicht Luftſäure des Reißbleyes), durch Hülfe des Wärmeſtoffs brennbares Gas liefert.

Fernere Verſuche und Beobachtungen über die Zerſetzung der dephlogiſtiſirten und brennbaren Luft, von Joſ. Prieſtley; aus den *philoſ. Tranſ.* 1791. überſ. im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 240.

§. 841.

§. 841. 5) **Schweres brennbares Gas, Sumpfluft.** Man erhält es bey der Deſtillation organiſcher Stoffe und aller ihrer nähern Beſtandtheile (§§. 469. f. 484.), imgleichen der Erdharze. Es entwickelt ſich auch aus dem Schlamme ſtehender Gewäſſer, beym Aufrühren deſſelben, wo es insbeſondere den Namen der **Sumpfluft** führt (§. 507.). Es iſt in Cloaken und moderigen Brunnen zugegen, und macht in einigen Gruben die ſo genannten **entzündlichen Schwaden** aus.

S. oben (§. 507.) Volta's angeführte Schrift.

§. 842. Dies Gas unterſcheidet ſich vom vorigen durch ein größeres eigenthümliches Gewicht, das aber doch auch abwechſelt. Sein Geruch iſt noch übler und ſtärker, aber auch nach den Producten verſchieden, woraus es erhalten worden iſt. Es iſt irreſpirabel, und unfähig das Verbrennen zu unterhalten; iſt aber in Berührung und Vermiſchung mit reſpirabler Luft ſelbſt entzündbar; und brennt mit einer ſtärkern Flamme ab, als das leichter entzündbare Gas. Es braucht weit mehr reſpirable Luft als dieſes, um beym Verbrennen ganz zerſetzt zu werden. Es röthet die Lackmustinctur nicht, wenn es gehörig gewaſchen, und von der anklebenden Luftſäure befreyet worden iſt; es löſt ſich nicht im Waſſer auf, und zerſetzt die Salpeterluft nicht. Wenn man es in verſchloſſenen Gefäßen mit beygemiſchter reſpirabler Luft abbrennen läßt, ſo ſchlägt ſich aus ihm Waſſer nieder und luftſaures Gas.

§. 843. Die Baſis dieſes ſchweren brennbaren Gas iſt **Waſſer, Brennſtoff** und **Luftſäure.** Durch Zerſetzung und Entziehung des Brennſtoffs bey der

Ent-

Entzündung ſchlägt ſich das Waſſer nieder, und die Luftſäure kömmt als luftſaures Gas zum Vorſchein.

Nach der Meynung der Antiphlogiſtiker iſt die Baſis dieſes Gas Hydrogene und Kohlenſtoff, und deswegen nennen ſie es gas hydrogène-carboné.

§. 844. 6) Hepatiſches Gas, Schwefellebergas (gas hepaticum). Man gewinnt es dadurch, daß man zu friſch bereiteter, gepulverter, Schwefelleber (§. 438. 439.) in der Entbindungsflaſche eine Säure ſchüttet. Es beſitzt dies Gas einen ausnehmend ſtarken Geruch, iſt irreſpirabel, und verlöſcht das Feuer. Es läßt ſich aber ſelbſt entzünden, wenn es mit reſpirabler Luft in Berührung gebracht worden iſt. Es trübt das Kalkwaſſer nicht, und macht die Lackmustinctur nicht roth; wenn ihm anders kein luftſaures Gas anhängt. Vom kalten Waſſer wird es verſchluckt, und dies wird dann in ſeinem widerlichen Geruch und Geſchmack und übrigen Verhalten den ſogenannten Schwefelwäſſern ähnlich, dergleichen das Aachner iſt. Die Anſchwängerung des Waſſers damit geſchiehet, wie die mit luftſaurem Gas (§. 822.); nur daß die atmoſphäriſche Luft ganz ausgeſchloſſen ſeyn muß. Denn durch die reſpirable Luft wird dies Gas zerſetzt, und ein wahrer Schwefel daraus niedergeſchlagen. Die Salpeterluft wird von dieſer Gasart nicht zerſetzt.

§. 845. Die Baſis dieſes Gas iſt Vitriolſäure, Brennſtoff und Waſſer. Die beiden erſtern ſind ſo darin enthalten, daß das Verhältniß des Brennſtoffs zur Vitriolſäure größer iſt, als im Schwefel. Man könnte alſo auch ſagen: ihre Baſis iſt Schwe-

fel,

fel, Brennſtoff, und Waſſer. Dieſe Beſtandtheile erklären die Erſcheinungen, die ſie liefert, und ihre Entſtehung.

Nach den Antiphlogiſtikern iſt die Baſis dieſes Gas das Hydrogene und Schwefel. Sie nennen es daher *Gas hydrogene ſulfuré*.

§. 846. 7) Entzündliches Phosphorgas (gas inflammabile phosphoreum). Man erhält dies Gas am bequemſten und leichteſten auf folgende Weiſe. Man ſchüttet in eine kleine irdene Retorte zwey Unzen, friſch an der Luft zerfallnen, gebrannten Kalk, ein Quentchen in kleine Stücke geſchnittenen Phosphorus, und eine halbe Unze Waſſer, ſchüttelt es unter einander, küttet in den Hals der Retorte eine gekrümmte gläſerne Röhre, die höchſtens $1\frac{1}{2}$ Linien im Lichten hat, und deren unteres Ende unter einer mit Waſſer gefüllten Vorlage des pneumatiſchen Apparates ſteht. Man erhitzt nun die Retorte ganz allmählich im Sandbade; ſo wie ſie anfängt heiß zu werden, entwickelt ſich auch ſogleich das brennbare Phosphorgas. Man hat ſich hierbey insbeſondere vor der Entzündung zu hüten, die im Anfange der Deſtillation durch die im Deſtillirgefäße eingeſchloſſene reſpirable Luft ſtattfinden kann.

Raymond im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 157. ff.

§. 847. Dieſes Gas hat das Characteriſtiſche, daß es bey Berührung der reſpirablen Luft ſich ſogleich von ſelbſt entzündet, und dabey Phosphorſäure abſetzt. Es wird vom Waſſer nicht verſchluckt, hat einen ſehr üblen, gleichſam faulen, Geruch; wird durch Salpetergas, luftſaures Gas, brennbares

res Gas, hepatiſches Gas nicht zerſetzt, und röthet die Lackmustinctur nicht. — Die Baſis dieſes Gas iſt Phosphorſäure, Brennſtoff und Waſſer; die beiden erſtern ſind darin ſo enthalten, daß der Brennſtoff in einem größeren Verhältniß zur Phosphorſäure iſt, als im Phosphor. Wir könnten alſo auch ſagen: die Baſis dieſes Gas beſteht aus Phosphor, Brennſtoff und Waſſer.

Nach den Antiphlogiſtikern iſt die Baſis dieſes Gas Hydrogene und Phosphor; es heißt deswegen auch *Gas hydrogène phosphoré.*

§. 848. 8) **Ammoniakgas, urinöſe Luft, flüchtig alkaliniſche Luft** (aër alcalinus, gas alcalinum volatile). Man gewinnt es dadurch, daß man ſtarken ätzenden Salmiakgeiſt in einer kleinen Retorte gelinde erhitzt, und vermittelſt eines Queckſilberapparats die ſich entwickelnde Luft auffängt; oder zwey Theile friſch zerfallnen Kalk und einen Theil Salmiak, zuſammen vermiſcht, mit etwas Waſſer befeuchtet, auf eben dieſe Art deſtillirt.

§. 849. Dieſes Gas hat einen ſehr durchdringenden, faſt erſtickenden Geruch; iſt leichter als atmoſphäriſche Luft (S. 240.); zeigt alle Eigenſchaften eines flüchtigen Laugenſalzes; wird von dem Waſſer bey Berührung deſſelben und Erwärmung ſogleich verſchluckt und aufgelöſt, und dieſe Auflöſung iſt ein wahrer ätzender urinöſer Geiſt. Es iſt irreſpirabel; löſcht das Feuer aus; iſt aber bey genugſamen Zugang der atmoſphäriſchen Luft ſelbſt entzündlich. Es trübt das Kalkwaſſer nicht; zerſetzt die Salpeterluft nicht. Mit dem luftſauren Gas vermiſcht, wird es ſelbſt und die Luftſäure unter Erwärmung vernichtet,

und es wird aus beiden ein feſter Körper, nemlich luftſaures flüchtiges Alkali. Das Eis wird davon ſchnell zum Schmelzen gebracht.

§. 850. Die Baſis dieſes Gas iſt flüchtiges Laugenſalz und Waſſer. Dies beweiſen ihre Bereitungsart und ihre Phänomene.

§. 851. 9) Salzſaures Gas, (gas muriaticum) Man verfertiget dieſe Luftart, wenn man auf zwey Theile Küchenſalz einen Theil concentrirte Vitriolſäure gießt, und in einem Queckſilberapparat gehörig die Dämpfe auffängt, oder ſtarken rauchenden Salzgeiſt vermittelſt dieſes Apparats deſtillirt.

§. 852. Dieſe luftförmige Flüſſigkeit verliert ihren Aggregatzuſtand ſogleich, wenn ſie die atmoſphäriſche Luft berührt, und wird unter Erwärmung zu einem weißgrauen Dampf. Sie iſt ſauer und ätzend von Geſchmack, und äußert alle die Wirkungen, welche eine Säure beſitzt. Sie iſt irreſpirabel und tödtet die Thiere augenblicklich. Sie wird vom Waſſer ſchnell und unter Erwärmung eingeſogen und davon aufgelöſt. Das Eis ſchmelzt darin ſehr bald. Sie trübt das Kalkwaſſer nicht, wird aber davon verſchluckt, und verwandelt daſſelbe in ſalzſauren Kalk. Die ätzenden Laugenſalze verwandelt ſie ebenfalls ſogleich in ſalzſaure Neutralſalze. Das flüchtig alkaliniſche Gas und ſalzſaure Gas vernichten ſich ſogleich, und treten unter Erwärmung, zu einem feſten Körper, zu Salmiak, zuſammen. Es dient dies Gas nicht zur Unterhaltung des Feuers, und löſcht die Flamme aus. Es iſt ſchwerer als atmoſphäriſche Luft, und ſein eigenthümliches Gewicht verhält ſich gegen dieſe, wie 1,698 : 1000. Weder Salpetergas,

noch

noch luftſaures Gas, noch Stickgas, noch entzündliches, noch hepatiſches Gas zerſetzen daſſelbe, noch werden ſie davon zerſetzt.

§. 853. Die Baſis dieſes Gas iſt Salzſäure, Waſſer, und etwas Brennſtoff. Bey Berührung der reſpirablen Luft wird ein Theil des letztern entzogen, und das Gas ſolchergeſtalt zerſetzt.

Nach den Antiphlogiſtikern machen Oxygen und *Radical muriatique* (§. 357. Anm.) die Baſis davon aus. Sie nennen es *Gas acide muriatique*.

§. 854. Hieher kann man auch die **dephlogiſtiſirte Salzſäure** rechnen, die man durch das Abziehen des rauchenden Salzgeiſtes über Braunſtein vermittelſt des pneumatiſch-chemiſchen Waſſerapparats erhält. Sie verhält ſich in der gewöhnlichen Temperatur wie eine permanent-elaſtiſche Luft, iſt durchſichtig, aber nicht farbenlos, ſondern hat eine gelbe Farbe, beſitzt einen eigenen ſtechenden Geruch und Geſchmack; röthet nicht ſowohl blaue Pflanzenſäfte, ſondern zerſtört alle Pflanzenfarben überhaupt, verwandelt die ätzenden Alkalien in ſalzſaure Neutralſalze von anderer Natur, als die mit gewöhnlicher Salzſäure bereiteten ſind; trübt das Kalkwaſſer nicht; iſt höchſt irreſpirabel, und tödtet die Thiere augenblicklich; zerſetzt die Salpeterluft, und bringt verſchiedene entzündliche Körper zur Selbſtentzündung, wenn man ſie ſelbſt vorher gehörig erwärmt hat. Vom Waſſer wird ſie eingeſogen. Alle Metalle werden davon ſogleich aufgelöſt oder zerfreſſen. Alle gefärbte Blumen und Blätter der Pflanzen werden in dieſer dephlogiſtiſirten Salzſäure entfärbt und weiß.

Von der Anwendung dieſer merkwürdigen Subſtanz zum Bleichen.

§. 855.

§. 855. Mit Unrecht rechnet man dieſe dephlogiſtiſirte Salzſäure zu den Gasarten, da ſie keine Permaneität ihrer Elaſticität in der Kälte beſitzt, ſondern zu einem feſten Salze gerinnt. Sie iſt alſo im Grunde nur ein Dampf. Sie iſt, wie ich ſchon oben (§. 357. Anm.) angeführt habe, reine Salzſäure, der durch den Braunſtein der Brennſtoff, welcher der gemeinen Salzſäure anhängt, entzogen worden iſt. Sie hat allemal auch Waſſer mit zur Baſis.

§. 856. 10) **Schwefelgas, vitriolſaure Luft, Schwefelluft** (gas ſulphureum, aër ſulphureus, aër acidus vitriolicus). Man erhält es, wenn man Vitriolöhl mit leicht entzündlichen Körpern, beſonders mit Oehlen, vermiſcht, und vermittelſt des Queckſilberapparats deſtillirt. Reiner aber gewinnt man es bey der Auflöſung reguliniſcher Metalle, z. B. des Queckſilbers, in concentrirter Vitriolſäure vermittelſt der Hitze. Dieſes Gas wird vom Waſſer ſchnell verſchluckt; hat einen ſtarken Geruch, wie der vom verbrennenden Schwefel; iſt irreſpirabel, und taugt nicht zur Unterhaltung des Feuers. Es iſt offenbar ſauer, es wird vom Kalkwaſſer verſchluckt; aber trübt es nicht, wie die Luftſäure. Es bringt das Eis ſehr bald zum Schmelzen; zerſetzt das Salpetergas nicht; und wird ſelbſt in keiner irreſpirablen Luftart zerſetzt. Die reſpirable Luft wird davon phlogiſtiſirt, und wenn jene in hinreichender Menge lange genug damit vermiſcht ſteht, ſo wird das Schwefelgas allmählich zur Vitriolſäure. — Die Baſis dieſes Schwefelgas ſind: **Vitriolſäure, Brennſtoff und Waſſer.**

Nach der Lehre vom Oxygen hat dies Gas Schwefel und Oxygen zur Baſis. Es heißt *Gas acide ſulfureux*.

§. 857 11) Flußſpathſaures Gas. Es wird dadurch erhalten, daß man gepulverten Flußſpath mit der Hälfte Vitriolöhl vermittelſt des Queckſilberapparats aus einer bleyernen Retorte deſtillirt. Es wird unter Erwärmung ſogleich zerſetzt, und in weißgrauen Rauch verwandelt, wenn es die atmoſphäriſche Luft berührt; vom Waſſer ſchnell und unter Erwärmung verſchluckt, und ſetzt, wenn es aus gläſernen Gefäßen deſtillirt worden war, auf dem Waſſer eine Rinde ab, die aus Kieſelerde beſteht; iſt ſchwerer als atmoſphäriſche Luft; irreſpirabel, und taugt nicht zur Unterhaltung des Feuers; hat einen ſauren Geruch, und alle Kennzeichen einer Säure; trübt das Kalkwaſſer ſogleich; wird weder von dem luftſauren Gas, noch vom Stickgas, oder entzündbaren Gas, oder Schwefelgas, oder Salpetergaas zerſetzt. Ammoniakgas aber und flußſpathſaures Gas vernichten ſich augenblicklich unter einer entſtehenden Erwärmung, und es wird aus beiden ein feſtes Neutralſalz (Flußſpathſalmiak).

§. 858. Alle Umſtände bringen es zur Gewißheit, daß das flußſpathſaure Gas Flußſpathſäure, Waſſer und Brennſtoff zur Baſis habe. Die Abſetzung der kieſeligten Rinde bey der Einſaugung derſelben vom Waſſer zeigt ſich nur, wenn Kieſelerde in den Gefäßen, aus denen man ſie deſtillirte, oder ſonſt im Flußſpathe war, und dieſe lehrt uns den ſonſt kaum glaublichen Satz, daß auch die feuerbeſtändige, feſte Kieſelerde, mit dieſer Säure verbunden, des luftförmigen Aggregatzuſtandes durch Mitverflüchtigung fähig iſt.

§. 859. 12) Dephlogiſtiſirte Luft, reine Luft, Lebensluft, einathmungsfähige Luft, Feuerluft (aër dephlogiſticatus, purus, vitalis, reſpirabilis). Man erhält ſie, wenn man Braunſtein, oder ſalpeterſaure Neutralſalze mit einem fixen alkaliniſchen Grundtheil, oder ſalpeterſaure Mittelſalze und metalliſche Salze, oder den mit Salpeterſäure bereiteten Queckſilberkalk mittelſt des pneumatiſch-chemiſchen Apparats deſtillirt. Ferner liefern ſie alle Pflanzen, die im Sonnenſchein wachſen (§. 467.).

§. 860. Dieſe merkwürdige Luftart, durch deren Hülfe wir unſere gemeine Luft erſt recht kennen gelernt haben, iſt etwas ſpecifiſch ſchwerer, als dieſe (S. 240.). Sie läßt ſich von den Thieren ohne Nachtheil einathmen. Ein kleines Thier kann ſogar in einem eingeſchloſſenen Raume dieſer Luft 5 bis 6mal länger leben, als in einem gleich großen Raume von atmoſphäriſcher Luft, ehe es erſtickt. Sie befördert das Verbrennen der Körper ungemein, und ſelbſt Körper, die in gemeiner Luft nur glimmen oder gar nicht brennen, brennen in dieſer mit Flamme; und alle verbrennende Körper geben darin einen weit ſtärkern Glanz. In der Vermiſchung mit brennbarer Luft, in dem Verhältniſſe, daß ſie $\frac{1}{3}$ des Raums gegen $\frac{2}{3}$ der letztern beträgt, giebt ſie eine ſehr ſtarke knallende Luft. Sie wird vom Waſſer langſam aufgelöſt, und dies kann nur, wenn es vorher luftleer war, $\frac{1}{14}$ ſeines Umfanges davon in ſich nehmen. Durch Erhitzung und Kochen, und ſo auch durch Schütteln wird die reine Luft wieder daraus entwickelt. Sie hat keinen Geruch und Geſchmack, trübt das Kalkwaſſer nicht, und röthet die Lackmustinctur nicht.

Verſuche: Ein Licht brennt in dieſer Luft mit Kniſtern und ſehr helle.

Das glimmende Docht deſſelbigen bricht darin ſogleich wieder zur Flamme aus.

Ein glimmender Holzſpahn, glimmendes Papier geräth darin in Flamme.

Ein Stück glimmender Schwamm brennt darin mit einer hellen Flamme.

Eine Stahlfeder verbrennt und ſchmelzt darin mit vielem Funkenwerfen und einem ſtarken Glanze.

Phosphorus verbrennt darin mit einem höchſt blendenden Glanze.

Brennbare Luft verbrennt mit derſelben mit einem ungemein heftigen Knalle.

§. 861. Die dephlogiſtiſirte Luft zerſetzt die Salpeterluft, wie die atmoſphäriſche (§. 832.); nur iſt die Röthung und die Erwärmung dabey weit beträchtlicher, und man braucht eine weit geringere Menge von der dephlogiſtiſirten Luft, als von der atmoſphäriſchen, um eine gleiche Menge Salpeterluft zu zerſetzen. Die Verminderung des Umfanges der reinen Luft durch genugſame Salpeterluft iſt auch weit größer, als bey der atmoſphäriſchen. Die, welche übrig bleibt, iſt ganz phlogiſtiſirt. So wird auch die reinſte dephlogiſtiſirte Luft, die wir darſtellen können, durch alle die Mittel, welche die gemeine Luft phlogiſtiſiren, immer ſchlechter, und der atmoſphäriſchen Luft in allen Eigenſchaften ähnlicher, und wird endlich, wie dieſe, ganz in Stickluft verwandelt.

§. 862. Da die bloße Elaſticität keinesweges allein hinreicht, um daraus zu erklären, warum Thiere in der atmoſphäriſchen Luft leben können, indem phlogiſtiſirte Luft allerdings auch elaſtiſch genug iſt; da ferner dieſe durchs Athmen der Thiere und

durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper entſteht; ſo muß nothwendigerweiſe in der atmoſphäriſchen Luft etwas ſeyn, was ſie reſpicabel und zur Unterhaltung des Feuers fähig macht; was aber auch immer erſetzt wird, weil ſonſt durch die unzähligen phlogiſtiſchen Proceſſe, die auf und an der Erde vorgehen, unſere Luft endlich zum Aufenthalt für Thiere und Menſchen untüchtig werden würde.

§. 863. Dieſer Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft, der ſie zur Unterhaltung des Feuers und des Athemholens der Thiere einzig und allein fähig macht, iſt eben die dephlogiſtiſirte Luft. Die Eigenſchaften derſelben, ihre Entwickelung aus den vegetirenden Pflanzen, ihr Uebergang in den phlogiſtiſchen Proceſſen zu einer der atmoſphäriſchen Luft ganz und gar ähnlichen, und ihre endliche Verwandlung dadurch in eine phlogiſtiſirte Luft beweiſen es.

§. 864. Da in den die Luft phlogiſtiſirenden Proceſſen von der atmoſphäriſchen Luft viel mehr Stickgas übrig bleibt, als bey der dephlogiſtiſirten, ſo muß dieſes Stickgas auch nothwendigerweiſe ſchon vorher einen Beſtandtheil darin ausgemacht haben, welches durch die Verbindung mit reiner Luft reſpirabel wurde, welches aber verurſachte, daß die Erſcheinungen des Verbrennens in dieſer atmoſphäriſchen Luft weniger auffallend ſind, als in der dephlogiſtiſirten. Man kann daher 13) die **atmoſphäriſche Luft**, als eine dephlogiſtiſirte Luft anſehen, die noch nicht ganz mit dem Brennſtoffe geſättiget, aber der Gränze dieſer Sättigung ziemlich nahe iſt. Sonſt aber macht auch das luftſaure Gas einen Beſtandtheil der Atmoſphäre aus; und es iſt dies gar nicht

zu verwundern, da ſich daſſelbe aus ſo unzählig vielen Körpern, die an und in der Atmoſphäre zerſetzt werden, und durchs Athmen ſo vieler Thiere, losmacht und entwickelt. Man findet daher das luftſaure Gas in der atmoſphäriſchen Luft zu allen Zeiten und an allen Orten nicht in gleicher Menge; am häufigſten in den unterſten Luftſchichten. Ich halte dieſes luftſaure Gas für keinen weſentlichen Theil der atmoſphäriſchen Luft, ſondern darin nur für zufällig.

§. 865. Je größer der Antheil der dephlogiſtiſirten oder reinen Luft in der Atmoſphäre iſt, deſto ſtärker und heller brennen darin die Kerzen; deſto mehr wird ſie durch phlogiſtiſche Proceſſe vermindert, und deſto weniger braucht man von derſelben zur Zerſetzung der Salpeterluft.

Die Luft, worin ein Licht noch brennen kann, enthält auch immer noch ſoviel reine Luft, daß ein Thier darin athmen kann; und es kann dies leichte Mittel eine nützliche Probe bey der Beſuchung unterirdiſcher Gruben und Höhlen abgeben.

§. 866. Da die Fähigkeit der atmoſphäriſchen Luft, zum Athemholen zu nützen, einzig und allein von dem darin befindlichen Antheile dephlogiſtiſirter Luft abhängt, und dieſelbe durch zu große Vermehrung des phlogiſtiſchen Theiles abnimmt, ſo iſt es allerdings intereſſant, die Menge dieſer in der Atmoſphäre befindlichen reinen Luft wiſſen und beſtimmen zu können. Prieſtley hatte zuerſt den Gedanken, die Salpeterluft dazu anzuwenden; und Scheele bediente ſich dazu der Schwefelleber. Durch beide wird die reſpirable Luft phlogiſtiſirt und vermindert, und aus der Größe dieſer Verminderung ſchließt man

auf

auf die Menge der in der angewandten Luft enthaltenen reinen Luft.

Carl Wilhelm Scheele chemiſche Abhandlung von Luft und Feuer. Upſal und Leipzig 1777. 8. Neue Ausg. durch Hrn. Leonhardi, Leipz. 1782. 8.

§. 867. Da bey den phlogiſtiſirenden Proceſſen und durch Salpetergas die atmoſphäriſche Luft gewöhnlich nicht mehr, als um den vierten Theil, und nach den Scheeliſchen Verſuchen nicht unter $\frac{8}{33}$ oder über $\frac{10}{33}$ ihres Umfanges vermindert wird, ſo hat man geſchloſſen, daß die reine, brennſtoffleere, heilſame und zum Athmen unumgänglich nothwendige Luft der Atmoſphäre gewöhnlich ohngefähr $\frac{1}{4}$ oder nach einer Mittelzahl der Scheeliſchen Verſuche, $\frac{9}{33}$ derſelben betrage.

Dieſer Schluß gründet ſich aber auf die unrichtige Vorausſetzung, daß die reine Luft hiebey gänzlich vernichtet werde, und verſchwinde; welches doch nicht iſt, da ſie zum Theil auch als phlogiſtiſirte Luft zurückbleibt. Man muß folglich das Verhältniß der reinen Luft allerdings größer annehmen.

§. 868. Gewöhnlich bedient man ſich, um den Grad der Reinigkeit der atmoſphäriſchen Luft, oder eigentlich ihren Gehalt an dephlogiſtiſirter Luft zu finden, des Salpetergas. Das hiezu dienende Werkzeug, worin die zu prüfende Luft mit der Salpeterluft bequem zuſammengebracht, und die Verminderung des Raums beider Luftarten gehörig gemeſſen werden kann, heißt ein **Eudiometer** oder **Luftgütemeſſer**.

§. 869. Wir haben ſeit der Bekanntmachung dieſes Inſtruments durch **Prieſtley** (1772.) mehrere Vorſchläge und Abänderungen dazu erhalten, unter de-

denen das neuverbeſſerte des Hrn. Fontana vorzüglich wegen ſeiner Einfachheit und Richtigkeit ſehr viele Vorzüge beſitzt. Dies verbeſſerte Eudiometer beſteht aus zwey Stücken, dem ſogenannten großen und kleinen Maaße. Das große Maaß beſteht aus einer oben verſchloſſenen Glasröhre, die inwendig aufs vollkommenſte cylindriſch, alſo allenthalben von gleichem Durchmeſſer, 14 bis 20 Zoll lang iſt, und deren innerer Durchmeſſer nicht unter $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Die Röhre iſt in genaue Abtheilungen, jede von drey pariſiſchen Zollen, gebracht, deren jede wieder in hundert, auf einem an der Röhre beweglichen Gradeleiter eingeſchnittene, Unterabtheilungen zerfällt. Das kleine Maaß des Eudiometers iſt eine kleine gläſerne Phiole, die genau ſo viele Luft faſſen muß, als eine Abtheilung der größern Röhre von drey Zollen enthält.

§. 870. Um eine Luft in Rückſicht ihres Gehaltes an dephlogiſtiſirter oder reſpirabler Luft zu prüfen, vermiſcht man in der längern Röhre des Eudiometers ein kleines Maaß Salpeterluft mit einem ſolchen Maaße der zu prüfenden Luft über Waſſer, läßt die zerſtörte Salpeterluft ſich gänzlich vom Waſſer einſaugen, und merkt die Verminderung des Raumes der übrigbleibenden Luft durch den Gradleiter. Je größer die Verminderung des Raumes beider Luftarten (bey der Anwendung eines gleichförmigen Salpetergas und gleicher Temperatur) iſt, deſto mehr enthält die geprüfte Luft an dephlogiſtiſirter Luft.

Prieſtley's Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturl. B. I. S. 6. *Fontana* deſcrizioni ed uſi di alcuni ſtromenti per miſurare la ſalubrità dell' aria. in Firenza 1774. 4. Ingenhouß vermiſchte

te Schriften, B. II. S. 27. ff. Joh. Andr. Scherer Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre. B. I. II. Wien 1785. 8.

§. 871. Der Gebrauch des Eudiometers erfordert übrigens große Genauigkeit und Uebung; und wenn die Verſuche damit gleichförmig ausfallen ſollen, ein immer gleiches Verfahren und ein gleichförmig bereitetes Salpetergas. Beſonders aber iſt es unumgänglich nöthig, daß das Salpetergas nicht ſelbſt ſchon Stickgas enthalte, und dies wird es, wenn bey ſeiner Bereitung in der Entbindungsflaſche atmoſphäriſche Luft mit eingeſchloſſen war. Sonſt können aber auch Unvollkommenheiten in der Structur des Luftgütemeſſers, das verſchiedene Alter des über Waſſer aufbewahrten Salpetergas, die im Waſſer ſelbſt ſteckende reine Luft und Verſchiedenheit der Temperatur des Waſſers, über und durch welches man die Luftarten zuſammenbringt, Verſchiedenheiten in den Reſultaten der Verſuche geben.

§. 872. Aus dieſer Urſach hat man neulich das Verbrennen des Phosphorus in einem beſtimmten Raume der zu prüfenden Luft als ein eudiometriſches Mittel vorgeſchlagen, und in der That verdient es Vorzüge vor der Anwendung des Salpetergas. Der von Hr. Seguin und Lavoiſier dazu vorgeſchlagene Apparat verdient Vorzüge vor andern Vorſchlägen dieſer Art.

Abhandlung über die Eudiometrie, von Hrn. Seguin, a. d. Franz. überſ. im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 148. ff.

§. 873. Die Baſis der dephlogiſtiſirten Luft halte ich für bloßes Waſſer, das vermittelſt etwas Brennſtoff mit dem Wärmeſtoff in chemiſche Verbin-

dung

dung gebracht worden iſt. Ihre Beſtandtheile ſind alſo Waſſer, Lichtmaterie, und Wärmeſtoff. Durch Zunahme des Brennſtoffs darin verwandelt ſie ſich in atmoſphäriſche Luft, und durch völlige Sättigung damit in Stickgas, wie auch die Erfahrung bey phlogiſtiſchen Proceſſen dieſe Uebergänge wirklich beweiſt. Ihre Entſtehung aus dem Braunſtein, dem Salpeter u. a. im Glühefeuer erkläre ich daher, daß dieſe Körper ihr weſentliches Waſſer bis zum Glühen zurückbehalten, und daſſelbe dadurch fähig wird, als luftförmige Flüſſigkeit, und nicht als bloßer Dampf ausgetrieben zu werden. Weil aber die Waſſerdämpfe bey ihrem Uebergang zur Luft durchs Glühen ſo viel Lichtmaterie zum Brennſtoff figiren würden, daß ſie eine Stickluft bilden würden, wie die oben (§. 761.) angeführte Erfahrung beweiſt, ſo iſt nöthig, daß die Körper, welche das Waſſer im Glühen entlaſſen, eine ſtarke Anziehung zum Brennſtoff beſitzen, (wie der Braunſtein, die Salpeterſäure, der Queckſilberkalk wirklich haben,) um ihn ſo den Waſſertheilen bey ihrer Luftwerdung bis auf einen beſtimmten Antheil zu entziehen. Daher iſt auch der Rückſtand der Körper, aus denen man dephlogiſtiſirte Luft ausgetrieben hat, allemal phlogiſtiſirt.

Schall und Ton.

§. 874. Wenn zuſammengepreßte Luft aus einer engen Oeffnung eines feſten oder geſpannten Körpers hervordringt, oder ſchnell aus ihm entwickelt wird, oder auch ſchnell in ihn hineindringt, oder ſonſt auf eine andere Art nach dem Zuſammendrucken ſich plötzlich wieder ausdehnt, ſo iſt

dies mit einer Wirkung begleitet, die wir Schall nennen.

Beyſpiele geben: das Zerſprengen einer mit Luft gefüllten Blaſe, oder luftleerer gläſerner Kugeln, das Knallen einer Peitſche, des eingeſchloſſenen Schießpulvers, die Knallluft, das Knallpulver, das Knallgold, u. d. gl. m.

§. 875. Eben dieſe Wirkung auf unſer Gehörorgan wird durch das Anſchlagen an feſte federharte Körper, oder durch das Hin- und Herſchwingen geſpannter Saiten in der Luft hervorgebracht. Wir finden aber, daß im luftleeren Raume dieſe Wirkung nicht Statt hat, und es muß folglich die Luft an dieſer Erſcheinung mit Antheil haben.

§. 876. Wir nehmen alſo hier Rückſicht 1) auf die den Schall urſprünglich erregenden Körper, und 2) auf das den Schall bis zu unſerm Gehör fortpflanzende Mittel.

§. 877. Alle diejenigen Körper, deren Theilchen einer ſchwingenden Bewegung fähig ſind, ſind der Erfahrung zu Folge ſchallende Körper (corpora ſonora). Dahin gehören 1) alle mit Federkraft begabte feſte Körper, und 2) alle elaſtiſch flüſſige Körper. Zu den erſtern gehören alle Körper, deren Theile geſpannt ſind, als Glas, harte Metalle, geſpannte Saiten, elaſtiſches Holz, geſpannte Felle und Häute, u. d. gl. Die letztern, z. B. die Luft, können zwar auch urſprünglich ſchallende Körper werden, wenn ſie bey feſten und geſpannten Körpern ſchnell vorbeyfahren, oder plötzlich aus ihnen entwickelt werden; nie aber für ſich allein.

§. 878. Der Schall der klingenden Körper iſt deſto größer, je mehr ſie Federkraft haben, oder je mehr ihre

ihre Theile geſpannt werden, und wird deſto ſchwächer, je mehr dieſe Spannungen abnehmen, oder je mehr der Körper von ſeiner Federkraft verliert. Weiche Körper haben daher nur wenig Schall, und dämpfen auch den Schall federharter Körper.

§. 879. Das Weſen des Schalles beſteht nicht in dem Zittern der kleinſten Körpertheilchen, das in klingenden Körpern gar nicht einmal vorhanden iſt. Die von Hrn. Chladni bekannt gemachten, äußerſt intereſſanten, neuen Verſuche, beweiſen ganz unwiderſprechlich, daß nicht nur bey klingenden Saiten, ſondern auch bey klingenden Ringen, Glocken, Scheiben und Stäben, während ihres Klanges gewiſſe Stellen ſolcher Körper ganz unbewegt bleiben, und daß um dieſe herum die übrigen Theile ſo oſcilliren oder ſchwingen, daß dieſe Schwingungen auf beiden Seiten der feſten Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengeſetzter Richtung gehen.

Entdeckungen über die Theorie des Klanges, von Ernſt Florens Friedrich Chladni. Leipz. 1787. 4.

§. 880. Von der Dauer dieſer Schwingungen hängt die Dauer des Schalles, und von der Menge der ſchwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen, die Größe oder Stärke deſſelben ab.

§. 881. Wenn dieſe Schwingungen des klingenden Körpers regelmäßig und ſo auf einander folgen, daß ſie gleichzeitig ſind, ſo nennt man ſie einen Klang; ſonſt aber, wenn das Gegentheil ſtattfindet, ein Geräuſch, ein Getöſe, einen dumpfen Schall. Ein augenblicklich vorübergehender, ſehr heftiger Schall, heißt ein Knall.

§. 882.

§. 882. Wenn die zum Schalle nothwendigen Schwingungen eines Körpers von unſerm Gehör empfunden werden, und wir alſo den Schall hören ſollen, ſo iſt nöthig, daß jene bis zu unſerm Gehör durch irgend ein Mittel fortgepflanzt werden (§. 876.); und ohne daſſelbe können wir den Schall nicht empfinden, wie man unter der Klocke der Luftpumpe beweiſen kann.

§. 883. Zu dieſen **den Schall fortpflanzenden Mitteln** können zwar alle harte und flüſſige Körper, und von den letztern nicht bloß die elaſtiſchen, ſondern auch die tropfbaren, gerechnet werden; indeſſen iſt die atmoſphäriſche Luft das vorzüglichſte und allgemeinſte Fortpflanzungsmittel für die zum Schall erforderlichen Schwingungen bis zu unſerm Gehör, oder für die Empfindung des Schalles. Je größer die Elaſticität der Luft iſt, deſto ſtärker iſt der Schall darin. In verdichteter oder erwärmter Luft, die ſich ſonſt nicht ausbreiten kann, nimmt daher ſeine Stärke zu, in verdünnter hingegen ab.

Taube Perſonen können, wenn ſie mit den Zähnen ein ſtarkes Drath auf den Rand eines Keſſels halten, in welchen man ſtark hineinruft, merklich hören.

§. 884. Hierauf gründet ſich auch die Wirkung der **Reſonanz**. Wenn nemlich die ſchwingenden Lufttheilchen an einen mit Federkraft begabten Körper ſtoßen und ihn ebenfalls in Schwingungen verſetzen, ſo wird dadurch die Zahl der ſchwingenden Theilchen der Luft ſelbſt vermehrt, und der Schall folglich verſtärkt.

Dies beweiſen die Reſonanzböden der beſaiteten Inſtrumente, und die Stärke des Schalles der Blaſe-Inſtrumente.

§. 885.

§. 885. Zur Erklärung der Fortpflanzung des Schalles von einem ſchallenden Körper durch die Luft, nimmt man an, daß durch die Schwingungen des erſtern die umgebenden Lufttheilchen, und durch dieſe die benachbarten Lufttheilchen abwechſelnd zuſammengedrückt werden, und ſich wieder ausdehnen. Dieſemnach iſt die zur Fortpflanzung des Schalles dienende Bewegung der Luft eine wellenförmige, und keinesweges eine fortſchreitende. Der Schall pflanzt ſich von dem klingenden oder ſchallenden Körper, wie von dem Mittelpuncte einer Kugel nach der Fläche derſelben, in der Luft fort, und zwar nach der Stärke und Beſchaffenheit deſſelbigen zu einer größern oder geringern Weite, die bey der gehörigen Stärke des Schalles, nach der Lage des Orts, ſehr beträchtlich ſeyn kann. Die weiteſte Entfernung deſſelben kann man aber wegen der Menge der nicht zu beſtimmenden Umſtände nicht angeben. Man kann ſich die Fortpflanzung des Schalles in der Luft als Schallſtrahlen (radii ſonori) vorſtellen, wenn mnn nur dabey nicht glaubt, daß wirkliche Ausflüſſe einer ſchallmachenden Materie ſtattfänden.

§. 886. Der Schall pflanzt ſich in der Luft eben ſo leicht nach oben, als nach unten, und nach der Seite zu fort, vorausgeſetzt, daß die Dichtigkeit der Luft, nach den verſchiedenen Richtungen zu, ſich nicht merklich ändert.

§. 887. Aus der angeführten Ausbreitung des Schalles in der Luft folgt, daß die Stärke deſſelben abnehmen müſſe, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

§. 888.

§. 888. Da zur Fortpflanzung des Schalles eine beſtimmte Bewegung, und folglich eine beſtimmte Zeit erfordert wird, ſo läßt ſich auch die Geſchwindigkeit des Schalles bey ſeiner Ausbreitung, wie jede andere Geſchwindigkeit, aus Raum und Zeit meſſen und beſtimmen. Da die Geſchwindigkeit der Bewegung des Lichtes ſo außerordentlich groß iſt, daß die Zeit, die es zum Durchlaufen eines Raumes auf der Erde braucht, für nichts zu rechnen iſt, ſo hat man ſich des mit einem Schall ausbrechenden Feuers, wie das Abfeuern der Gewehre und des Geſchützes zur Nachtzeit, bedient, um daraus die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft, in beſtimmter Entfernung zu meſſen. Die Reſultate der Erfahrungen hierüber weichen freylich ſehr von einander ab, wie ſich auch aus der veränderlichen Beſchaffenheit der Luft kaum anders erwarten läßt. Die von **Caſſini**, **Maraldi** und **De la Caille** angeſtellten ſcheinen doch die genaueſten und ſicherſten zu ſeyn, und zu Folge derſelben durchläuft der Schall in Einer Secunde einen Raum von 173 Toiſen, oder 1038 pariſ. Fuß.

Mémoires de l' acad. roy. des ſc. de Paris. 1738. u. 1739. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. III. S. 809.

Dieſe Geſchwindigkeit des Schalles kann auch dazu dienen, um die Entfernung eines Orts, eines Gewitters, eines Schiffes u. d. gl., wenigſtens einigermaßen, aus der Zeit, die zwiſchen dem Wahrnehmen des Schalles und des gleichzeitig ausbrechenden Lichtes verfließt, zu beurtheilen.

§. 889. Die Bewegung des Schalles iſt gleichförmig, oder er durchläuft in gleichen Zeiten gleiche Räume. Die Stärke des Schalles mag beſchaffen ſeyn, wie ſie will, ſo iſt die Geſchwindigkeit deſſelben

ben einerley; und alle Gattungen des Schalles haben einerley Geſchwindigkeit.

Experimenta et obſervationes de ſoni motu aliisque ad id attinentibus, factae a *D. W. Derhamo*, in den *philoſ. Tranſ. num.* 313. S. 3. ff.

§. 890. Alles, was die Elaſticität der Luft ändert, bringt auch Veränderungen in der Geſchwindigkeit des Schalles zuwege, als Wärme und Kälte; Verdichtung und Verdünnung der Luft. Aber das Licht hat keinen Einfluß darauf. Wenn der Wind nach einer Richtung bläſt, die auf der Richtung des Schalles ſenkrecht iſt; ſo ändert er nichts in der Geſchwindigkeit des Schalles. Sonſt aber vermehrt oder vermindert er dieſelbe, nachdem er mit dem Schalle in einerley oder in entgegengeſetzter Richtung geht.

§. 891. Die Größe des Schalls kann nicht von der größern Geſchwindigkeit deſſelben abhängen; denn ſonſt müßte ein ſtarker Schall eher einen größern Raum durchlaufen, als ein ſchwacher, wogegen die angeſtellten Erfahrungen ſtreiten.

§. 892. Der Schall wird von harten Körpern nach den Geſetzen der Reflexion elaſtiſcher Körper zurückgeworfen. Darauf beruhet die Einrichtung der **Sprachgewölbe** Wenn durch dieſe Reflexion die Zerſtreuung des Schalles in die Runde verhindert, und die Divergenz der Schallſtrahlen dadurch in eine parallele Richtung verändert wird, ſo muß auch der Schall ſeine Stärke behalten, die er ſonſt verlieren würde. Darauf gründet ſich das **Sprachrohr.** Man iſt häufig bemüht geweſen, ihm die ſchicklichſte Figur zu geben; Hr. **Lambert** aber hat bewieſen,

daß

daß die Figur eines abgekürzten Kegels, wo nicht die beſte, doch eben ſo gut ſey, als jede andere. Sehr klingende Materien, oder ſolche, die eine ſtarke Reſonanz bewirken, können zwar bey der Anwendung zu Sprachröhren, die Stärke des Schalls vermehren, aber ſie vermindern auch wieder auf der andern Seite die Deutlichkeit articulirter Töne.

Athanaſii Kircheri neue Hall- und Tonkunſt, a. d. L. Nördlingen 1684. Fol.

Sur quelques inſtrumens acouſtiques, par Mr. *Lambert*; in den *Mém. de l'ac. roy. des ſc. de Pruſſe.* 1763. S. 87.

§. 893. Wenn der Schallſtrahl bey ſeinem Fortgange in der Luft ſenkrecht auf einen harten Körper ſtößt, ſo wird er auf dieſen Körper mit ſeiner ganzen Gewalt wirken, und nach den Geſetzen der Reflexion von demſelben wieder in eben der Richtung und mit eben der Geſchwindigkeit zurückgeworfen werden. Ein Ohr alſo, das ganz nahe bey dem Orte des entſtehenden Schalles iſt, hört nicht allein dieſen **Urſchall**, ſondern auch den **Wiederſchall**, oder das **Echo**. Wenn aber dieſer reflectirte Schall zu geſchwind auf den erſtern folgt, ſo wird er undeutlich und kann von jenem nicht unterſchieden werden. Die Erfahrung lehrt, daß zwey Schalle deutlich ſind, und unterſchieden werden können, wenn ſie in dem neunten Theile einer Secunde auf einander folgen. Wenn daher ein Echo eines Schalles deutlich gehört werden ſoll, ſo muß die den Schall reflectirende Ebene ſo weit vom Urſchall entfernt ſeyn, daß der neunte Theil einer Secunde vergeht, ehe der Schall hin- und zurückgeht, oder, welches einerley iſt, daß $\frac{1}{18}$ einer Secunde vergeht, ehe der Schall an die reflectirende Ebene anſtößt. Wenn wir an-

neh-

nehmen, daß der Schall in einer Secunde 1038 pariſiſche Fuß durchläuft (§. 888.), ſo muß die Ebene wenigſtens $\frac{1038}{18}$ oder $57\frac{2}{3}$ Fuß vom Urſchall entfernt ſeyn, wenn das Echo deutlich gehört werden ſoll. In dieſer Entfernung kann es aber nur einen einzelnen Schall oder eine einzelne Sylbe deutlich wiederhallen, und heißt daher ein einſylbigtes Echo. Es kömmt bey dem Ausſprechen eines mehrſylbigten Wortes ſchon der Schall der erſten Sylben zurück, ehe das ganze Wort ausgeſprochen iſt, und man hört daher nur die letzte Sylbe allein deutlich nachhallen.

§. 894. Wenn die den Schall reflectirende Ebene 519 pariſiſche Fuß vom Urſchall entfernt iſt, ſo vergeht eine Secunde Zeit, ehe das Echo wieder an den Ort des Urſchalls zurückkömmt, und in dieſer Entfernung kann es ſchon vielſylbigte Worte wiederholen. Das Echo heißt alsdenn ein vielſylbigtes. Wenn mehrere zurückwerfende Körper in Entfernung neben einander liegen, ſo daß der Schall von einem zum andern, und von jedem wieder an dem Ort des Urſchalles reflectirt wird, ſo entſteht ein vielfaches Echo, das eine Sylbe mehrere male wiederholt, weil der Schall von der fernern reflectirenden Ebene ſpäter ins Ohr zurückkömmt, als von der nähern, wenn anders nur der urſprüngliche Schall ſtark genug war.

Nachrichten von verſchiedenen merkwürdigen Arten des Echo ſehe man in Kirchers oben (§. 892.) angef. Schrift, und in Gehlers phyſ. Wörterb. Th. I. Art. Echo.

§. 895. Wenn man zwey Saiten, die aus einerley Materie beſtehen, und gleich dick, aber ungleich lang ſind, gleich ſtark ſpannt, ſo machen ſie nicht ei-

nerley Empfindung auf unſer Gehör, wenn ſie erſchüttert werden. Wir ſagen, daß die kürzere Saite höher, die längere aber tiefer klinge, und dieſe beſtimmte Höhe oder Tiefe des Klanges nennen wir Ton.

§. 896. Die geſpannten Saiten verhalten ſich wie die Pendul. Da nun ein Pendul deſto langſamer ſchwingt, je länger es iſt, ſo muß auch bey dem tiefen Tone der längern Saite die Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit nicht ſo groß ſeyn, als bey dem höhern Tone der kürzern Saiten. Tiefe Töne ſind alſo ſolche, welche in einerley Zeit weniger Schwingungen machen, als andere, mit denen man ſie vergleicht, und hohe Töne, welche mehr Schwingungen in eben dieſer Zeit machen. Es giebt aber für das menſchliche Ohr eine gewiſſe Höhe und Tiefe, über und unter welche der Ton nicht weiter empfunden werden kann.

§. 897. Was bey den Penduln die verſchiedenen Schweren ſind, das ſind bey den Saiten die ſpannenden Gewichte. Und ſo wie ein Pendul geſchwinder fällt, wenn die Schwere ſtärker darauf wirkt, ſo ſchwingt auch eine Saite bey gleicher Länge ſchneller, wenn ſie ſtärker geſpannt iſt; da nun von der Geſchwindigkeit ihrer Schwingungen die Höhe ihres Tones abhängt, ſo ſieht man leicht ein, daß man bey Beſtimmung der Tonhöhe der Saiten auch außer der Länge auf ihre Spannungen Rückſicht nehmen müſſe. Bey ſehr langen und dicken Saiten läßt ſich dieſe Ungleichheit ihrer Schwingungen, wenn ſie verſchiedentlich geſpannt ſind, auch ſchon durchs Auge wahrnehmen. Die Spannun-

nungen ſelbſt kann man als ziehende Gewichte anſehen.

§. 898. Endlich kömmt bey der Anzahl der Schwingungen, welche eine Saite in einer gegebenen Zeit macht, auch die Dicke derſelben in Betracht, und ſie widerſteht der Bewegung um deſto mehr, je mehr ſchwere Maſſe ſie hat; ſie muß ſich alſo deſto langſamer ſchwingen, und alſo einen tiefern Ton geben, je dicker ſie iſt, und umgekehrt, wenn auch die Längen und Spannungen gleich ſind. Man hat folglich bey Beſtimmung der Tonhöhe einer Saite 1) auf ihre Länge, 2) auf ihre Spannung, und 3) auf ihre Dicke zu ſehen.

§. 899. **Die Zahl der Schwingungen, welche ein paar Saiten von gleicher Dicke und gleicher Materie in einer gegebenen Zeit machen, verhält ſich, wie die Quadratzahl des Bruches, wovon der Zähler das die Saiten ſpannende Gewicht, der Nenner aber die Länge derſelben iſt.**

§. 900. Die Erfahrung beſtätigt folgende aus dem Vorhergehenden fließende Sätze, bey Saiten von einerley Materie:

1) Bey gleich langen und gleich dicken, aber ungleich geſpannten Saiten verhält ſich die Anzahl ihrer Schwingungen, folglich ihre Tonhöhe, wie die Quadratwurzeln der ſpannenden Kräfte oder Gewichte.

2) Bey gleich geſpannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten verhält ſich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Längen.

3) Bey gleich langen und gleich geſpannten Saiten, die ungleich dick ſind, verhält ſich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt, wie ihre Durchmeſſer. — Eine Saite von ungleicher Dicke giebt falſche oder vermiſchte Töne an.

Mit den klingenden Glocken und den Blasinſtrumenten hat es keinesweges eine ähnliche Beſchaffenheit, als mit den Saiten. Hr. Chladni hat in ſeinem oben (§. 879.) angeführten Werke die Geſetze der Schwingungen und der Tonhöhe bey Glocken, Ringen, Scheiben und Streifen zu beſtimmen geſucht, die ganz anders ausfallen, als die hier angeführten Geſetze der Tonhöhe klingender Saiten.

§. 901. Ein Paar Saiten haben den **Einklang**, wenn ſie gleich viel Schwingungen der Luft in einerley Zeit bewirken. Wenn aber die eine Saite bey gleicher Dicke und Spannung nur halb ſo lang iſt, als die andere, oder noch einmal ſo viel Schwingungen macht, ſo giebt ſie der Erfahrung zufolge die **Oberoctave des Grundtons** an, den die andere Saite angiebt. Wenn ihre Längen ſich verhalten wie 2 : 3, oder wenn die kürzere $\frac{2}{3}$ der Länge der andern hat, und ſie alſo drey Schwingungen in einerley Zeit gegen zwey Schwingungen derſelben macht, ſo giebt dieſe kürzere die **Quinte** der längern an; ſie iſt die **Quarte** des Grundtons, wenn ſie $\frac{3}{4}$ der Länge derjenigen Saite hat, welche dieſen angiebt; die **große Terze**, wenn ihre Länge $\frac{4}{5}$; die **kleine Terze**, wenn ſie $\frac{5}{6}$; die **große Sexte**, wenn ſie $\frac{3}{5}$; die **kleine Sexte**, wenn ſie $\frac{5}{8}$; die **Oberduodecime** oder die **Oberoctav der Quinte**, wenn ſie $\frac{1}{3}$; die **Oberduodecime-ſeptime**, oder die **doppelte Octav der großen Terze**, wenn ſie $\frac{1}{5}$ von der Länge derjenigen Saite iſt, welche den Grundton angiebt. Es läßt

ſich

ſich nach dem Angeführten leicht angeben, wie die Spannungen der Saiten ſeyn müſſen, wenn ſie gleich lang und dick ſind, und die angeführten Töne angeben ſollen; oder auch, wenn ſie gleich geſpannt und gleich lang ſind, wie ihre Dicke ſeyn müſſe, wenn ſie dieſe Töne angeben ſollen.

Beſtätigung durchs Tetrachord.

Sechster Abſchnitt.

Feuer.

§. 902.

Man pflegt das Wort Feuer in der Naturlehre in einer gar verſchiedentlichen Bedeutung zu nehmen, und darunter entweder den Wärmeſtoff allein, oder auch eine Modification des Lichts, oder endlich den Zuſtand zu verſtehen, wo ſich beide Licht und Wärme zugleich unſern Sinnen zeigen. In dieſer letztern Bedeutung nehmen wir es hier. Wir betrachten alſo hier den Zuſtand der Körper, worin ſie zu gleicher Zeit erwärmen und erleuchten; und Feuer iſt dieſemnach die Verbindung des Lichts mit dem freyen Wärmeſtoff.

§. 903. Der freye Wärmeſtoff, der mit dem Lichte vereiniget iſt, nimmt an der Natur des letztern dergeſtalt Antheil, daß er mit dem Lichte gebrochen, und mit dem Lichte reflectirt wird, durch durchſichtige Körper ſo ſchnell, wie das Licht ſelbſt, mit durchgehet, kurz alle die Erſcheinungen befolgt, die oben von der Ausbreitung und Strahlung des Lichtes angeführt ſind.

§. 904.

§. 904. Hierauf beruhet die Anwendung der erhabenen Gläſer zu **Brenngläſern**, der Hohlſpiegel zu **Brennſpiegeln**, und der Grund von der Benennung des **Brennpunctes** für den Vereinigungspunct der Lichtſtrahlen.

Von der Einrichtung und Wirkung großer Brenngläſer und Brennſpiegel ſehe man Gehlers phyſ. Wörterb. Th. I. S. 440. ff. und S. 453. ff.

§. 905. Man unterſcheidet das **Sonnenfeuer** vom **Küchenfeuer**. Jenes iſt das reinſte; dieſes enthält nicht nur mehr oder weniger andere fremdartige Theile, die zugleich mit entwickelt werden, ſondern es iſt auch die Verbindung zwiſchen dem Wärmeſtoff und dem Lichte dabey nicht ſo innig, als im erſtern. Ein Theil Wärmeſtoff des Küchenfeuers iſt ohne Verbindung mit Licht, und daher kömmt es, daß man durch eine Glastafel das Geſicht gegen die Gluth deſſelben eine Zeitlang ſchützen kann, was beym Sonnenfeuer nicht angeht. Die Stärke des Feuers beruhet auf der Dichtigkeit des dabey befindlichen Wärmeſtoffs.

§. 906. Das Küchenfeuer bringen wir durch das **Verbrennen** (combuſtio) der Körper hervor. Die Erfahrung lehrt aber, daß nicht alle Körper auf der Erde geſchickt ſind, Feuer hervorzubringen, oder, welches einerley iſt, freyen Wärme- und Lichtſtoff aus ſich zu entwickeln. Diejenigen, welche dies Vermögen haben, heißen **brennbare, entzündliche, verbrennliche Körper** (corpora inflammabilia, combuſtibilia), deren Anzahl nicht gering iſt.

§. 907. Da nicht alle Körper des Verbrennens fähig ſind, oder nicht alle dazu dienen, Feuer, d. h. freyes

freyes Licht und freye Wärme aus ſich zu entwickeln, ſo war wol nichts natürlicher, als in den brennbaren Körpern etwas anzunehmen, was ihnen dieſe Fähigkeit ertheilt. Was dies Etwas aber ſey, darüber hat man gar verſchiedene Meinungen von jeher gehegt; ſo wie auch darüber, wie es das Feuer hervorbringe. Jeder, wer nur einigermaßen Nachdenken braucht, wird einſehen, daß ein Oehl, eine Fettigkeit, oder einen Schwefel anzunehmen, wie die Alten thaten, gewiß nicht den zureichenden Grund des Verbrennens der Körper erklärt, ſondern vielmehr noch immer die Frage unbeantwortet läßt: was trägt das Oehl, das Fettige, oder der Schwefel zur Entſtehung des Feuers bey?

§. 908. **Becher** nahm zuerſt gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts ein eigenes Weſen an, welches die Urſach der Fähigkeit zum Brennen in den verbrennlichen Körpern wäre, und **Stahl** erläuterte den Begriff von dieſem Weſen näher, und nannte es **Phlogiſton, brennbares Weſen, entzündlichen Grundſtoff** (phlogiſton, principium inflammabile). Und da man freylich endlich bey einem ſolchen Weſen ſtehen bleiben mußte, ſo kam es, daß dies Stahliſche Phlogiſton Epoche machte, und von den mehreſten Naturforſchern angenommen wurde, bis man jetzt in Frankreich angefangen hat, es wieder zu verwerfen.

Io. Ioach. Beccheri Phyſica ſubterranea. Lipſ. 1703. 8. Specimen beccherianum, exhib. *Geo. Ern. Stahl.* Lipſ. 1703. 8.

§. 909. Die Begriffe, die man ſich von dieſem Phlogiſton machte, weichen ſehr von einander ab. Bald

Bald dachte man ſich es in einer erdigten Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer, oder den Wärmeſtoff, oder Lichtmaterie gebunden enthielte; bald hielt man es bloß für reine gebundene Wärmematerie; bald in gewiſſe Zellen des Körpers eingeſchloſſen, nach deren Zerreißung es frey werde, und ſo Feuer hervorbringe; bald für einen mit den übrigen ungleichartigen Beſtandtheilen der verbrennlichen Körper innigſt und chemiſch verbundenen und davon aufgelöſten Beſtandtheil.

§. 910. Erſt in neuern Zeiten gab man mehr auf die Umſtände genau Acht, die bey dem Verbrennen der verbrennlichen Körper und alſo bey der Entwickelung des Feuers aus denſelben zugegen ſind; auf den Einfluß, den die Luft dabey hat; auf die Veränderungen, die ſie dabey erleidet; und die Entdeckungen über die verſchiedenen Luftarten hatten auch nothwendig neue Meinungen und Erklärungsarten über die Entſtehung des Feuers zur Folge. Wir wollen zu dem Ende dieſe bey der Entwickelung des Feuers erforderliche Bedingungen, und die Erſcheinungen, die ſich dabey zeigen, ſelbſt betrachten, und uns dann bemühen, die Urſachen davon aufzuſuchen, und aus dieſen Erſcheinungen ſelbſt die Natur des brennbaren Weſens zu erforſchen.

§. 911. 1) Zur Entzündung eines jeden verbrennlichen Körpers iſt eine vorhergehende Erhitzung nöthig, die nach der verſchiedenen Natur derſelben größer oder geringer ſeyn muß, und entweder durch Ausſetzung des Körpers in dieſe höhere Temperatur, oder auch wol durch Reiben erhalten wird.

Durch das Aneinanderſchlagen des Stahles und Feuerſteines entſtehen Funken.

Eiſen wird durch anhaltendes Hämmern im Dunkeln glühend.

Phosphorus wird durch Reiben entzündet.

Holz wird durch ſtarkes Reiben entzündet.

Phosphorus entzündet ſich von ſelbſt in einer Schaale, die 90° F. heiß iſt.

Schwefel entzündet ſich von ſelbſt, wenn man ihn auf fließendes Bley trägt.

§. 912. 2) Zur Entzündung verbrennlicher Körper iſt der Zugang der reſpirablen Luft ſchlechterdings nothwendig.

Dies beweiſen die oben angeführten irreſpirablen Luftarten, — und die Phlogiſtiſirung der reinen Luft.

§. 913. 3) Das Verbrennen geſchiehet um deſto lebhafter, je reiner die Luft iſt, und je mehr ihr Zugang befördert wird.

Das Löthrohr. — Durchs Blaſen mit dem Munde oder durch atmoſphäriſche Luft wird durch daſſelbe die Flamme und Hitze eines Lichtes verſtärkt; am mehreſten durch dephlogiſtiſirte Luft.

Von den verſchiedenen Einrichtungen des Löthrohrs, um dephlogiſtiſirte Luft dadurch auf brennende Körper ſtrömen zu laſſen.

Durch Blaſebälge wird die Gluth des Brennmaterials in den Oefen verſtärkt.

Eben dies geſchiehet durch vermehrten Luftzug in den Windöfen.

Andere Beſtätigungen dieſes Satzes geben die oben bey der dephlogiſtiſirten Luft (§. 860.) angeführten Verſuche.

§. 914. 4) In einer beſtimmten Menge von Luft kann nur eine gewiſſe Menge des verbrennlichen Körpers verbrennen, und zwar um deſto mehr vom letztern, je reiner die Luft iſt.

In einem eingeſchloſſenen Raume von Luft verlöſchen Kerzen, brennende Kohlen, brennender Phosphorus u. ſ. w. endlich von ſelbſt, wenn ſie in hinreichender Men=

Menge da ſind, und der Zugang friſcher Luft vermindert wird.

Ein Gran Harnphosphorus erfordert zu ſeinem völligen Verbrennen 12 pariſiſche Cubikzoll gewöhnlicher atmoſphäriſcher Luft.

In einem eingeſchloſſenen Raume von Luft kann nur eine beſtimmte Menge von Bley, Zinn, Eiſen u. d. gl. verkalkt werden.

§. 915. 5) Die Luft, worin ein Körper brennt, nimmt an Umfang und an abſolutem Gewichte ab, und zwar um deſto mehr, je reiner ſie iſt, oder, welches einerley, je länger das Verbrennen darin unterhalten werden kann. Der Rückſtand iſt allemal in Stickgas verwandelt.

Durch einen Gran Phosphorus wird die atmoſphäriſche Luft um drey Cubikzolle vermindert, wenn er darin verbrennt.

Acht Cubikzolle dephlogiſtiſirter Luft werden durch brennenden Phosphorus bis auf $\frac{1}{8}$ Cubikzolle gebracht.

Eben ſo wird auch die Luft durch verkalkende Metalle und andere phlogiſtiſche Proceſſe vermindert.

§. 916. 6) Das abſolute Gewicht der verbrannten Körper nimmt, wenn ſie beym Verbrennen nur ſonſt nichts Flüchtiges, keinen Dampf oder Rauch, entwickeln, im Rückſtande nahe ſo viel zu, als die Luft, darin ſie verbrennen, daran abnimmt.

Ein Gran Phosphorus nimmt beym Verbrennen um etwa $1\frac{1}{2}$ Gran zu.

Das verkalkende Bley und Zinn um 10 Procent.

§. 917. Es würde außer meinem Zweck ſeyn, mich hier in eine Geſchichte der verſchiedenen Meinungen über dieſe Umſtände des Verbrennens einzulaſſen. Ich gehe daher gleich zu der Theorie über, die ich davon entworfen habe. Ich halte die verbrennlichen Körper ſelbſt für die Quelle des Feuers

beym

beym Verbrennen, und nicht die reine Luft, die dazu nur Bedingung iſt. Ich nenne das Weſen, das den entzündlichen Körpern die Fähigkeit zum Brennen ertheilt, nach Stahl, Phlogiſton, oder Brennſtoff, und halte es mit ihm für gebundenes Feuer. Wir wiſſen aus den oben (§. 648—650.) beym Licht angeführten Thatſachen, daß eine unzählige Menge von Körpern das Vermögen beſitzen, Licht einzuſaugen; eben ſo wiſſen wir auch aus den beym Wärmeſtoff angeführten Erfahrungen, daß auch dieſer fähig iſt, von den Körpern ſo aufgenommen zu werden, daß er ſeine Strahlung verliert; warum ſollten alſo alle Körper in der Natur, außer die reine Luft, unfähig ſeyn, gebundenes Feuer, d. i. gebundenen Licht- und Wärmeſtoff zu enthalten? Wird nun ein entzündlicher Körper, d. i., ein ſolcher, der gebundenes Feuer enthält, hinlänglich erhitzt, ſo wird die Affinität zwiſchen ſeinen Theilen und dem davon gebundenen Brennſtoff ſchwächer; kömmt jetzt die reſpirable Luft hinzu, ſo wird durch ihre ſtarke Anziehung zum Brennſtoff dieſer völlig getrennt. Da aber die Luft das Phlogiſton nicht ſogleich und plötzlich, und in dem Maaße wieder binden kann, als es aus dem Körper frey wird, ſo wird ein größerer oder geringerer Theil davon zum freyen Feuer, und bildet das Verbrennen. Vermöge der dadurch entſtehenden Ertzung dauert nun ſo beym gehörigen Zugang der Luft das Verbrennen des Körpers bis zu ſeiner gänzlichen Zerſtörung fort. Je reiner die Luft iſt, um deſto ſtärker iſt die Anziehung zum Brennſtoff, um deſto mehr entwickelt ſie auf einmal, um deſto lebhafter iſt alſo auch der Act des Verbrennens. Da die reſpirable Luft endlich durch die Sättigung mit dem Brennſtoff

zum Stickgas wird, ſo kann auch nur eine beſtimmte Menge des verbrennlichen Körpers in einer beſtimmten Menge von Luft verbrennen. Da in denjenigen Theilen des verbrennlichen Körpers, die das Feuer gebunden enthielten, die Schwerkraft derſelben eben ſo durch das Licht und den Wärmeſtoff aufgehoben war, als in dieſen die Expanſivkraft; ſo muß nach Abſcheidung des Brennſtoffs der dephlogiſtiſirte Rückſtand mehr wiegen, als er vor dem Verbrennen wog, wie aus der oben (§. 344.) im Allgemeinen gegebenen Erklärung folgt. Die Luft, die mit mehrerm Brennſtoff beladen endlich zum Stickgas wird, muß dadurch eben ſo in ihrem Gewicht vermindert werden, als der dephlogiſtiſirte Rückſtand daran zugenommen hat. Wird nun das Gewicht der eingeſchloſſenen Luft vermindert, ohne daß ihre Elaſticität vermehrt wird, ſo iſt es ja eben ſo gut, als ob ein Theil der Luft weggenommen worden wäre, und der Druck der äußern Luft muß ſie natürlich in den kleinern Raum bringen. So erklären ſich alſo hiernach alle Umſtände des Verbrennens leicht und ungezwungen.

§. 918. Nach Hrn. Lavoiſier iſt bloß die Lebensluft (gas oxygène) die Quelle des Feuers beym Verbrennen der Körper. Ein verbrennlicher Körper iſt nach ihm ein ſolcher, der bey einer gewiſſen Temperatur das Vermögen beſitzt, das Oxygen des Gas oxygene ſtärker anzuziehen, als daſſelbe vom Wärmeſtoffe im Gas oxygene angezogen wird. Dadurch wird das letztere zerſetzt, ſein vorher gebundener Wärmeſtoff wird frey, und bringt dadurch eben das Feuer des Verbrennens zuwege. Der verbrennliche Körper wird durch die Aufnahme des Oxygen's in ſeiner Natur geändert; oft eine

Säu=

Säure; und iſt dadurch im Gewicht vermehrt. Iſt Stickgas in der zum Verbrennen angewandten reſpirablen Luft zugegen geweſen, ſo bleibt dies zurück.

Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers, deſſen Wirkungen und verſchiedenen Verbindungen, von W. A. E. Lampadius. Göttingen 1793. 8.

§. 919. Wenn das Phlogiſton in einem Körper ſo loſe gebunden iſt, daß es keiner äußern Erhitzung bedarf, damit die reſpirable Luft es frey mache, ſo geht daſſelbe unzerſetzt, oder ohne Feuer zu bilden, an die Luft über, und phlogiſtiſirt ſie.

Beyſpiele geben: das Athmen der Thiere, das Verwittern der Schwefelleber, die Phlogiſtiſirung der Luft durch Salpeterluft, das Roſten des Eiſens an der Luft, und anderer Metalle.

§. 920. Der Erfahrung zufolge verbrennen die entzündlichen Körper entweder mit Flamme, oder mit bloßem Glühen. Bey jener erhebt ſich auch zugleich ein Rauch, und dieſer Rauch überzieht die Körper, an welche er ſchlägt, und an welchen er abgekühlt wird, mit dem Ruſſe (fuligo).

§. 921. Die chemiſche Zergliederung zeigt, daß alle die Körper, welche mit Flamme verbrennen, flüchtige Theile haben, welche durch die Hitze in Dämpfe verwandelt werden können, die, wenn ſie feſte Theile waren, ſich dann nach dem Abkühlen auch als feſte Theile abſetzen, und den Ruß bilden. Die Flamme des brennenden Körpers iſt ſolchergeſtalt der brennende Rauch oder Dampf deſſelben. Bey der Erhitzung werden nemlich ſeine flüchtigen entzündbaren Theile entwickelt, und ſie entzünden ſich erſt bey ihrer Verflüchtigung, wenn ſie den nöthigen Grad der Erhitzung haben. Wenn in dieſen

ſich

ſich verflüchtigenden Theilen nicht alles Phlogiſton frey gemacht, und zum Feuer entwickelt wird, ſo iſt auch der Ruß, den ſie abſetzen, noch entzündbar, wenigſtens phlogiſtiſch; und dies geſchieht, wenn ſie nicht die dazu nöthige Wärme empfangen, oder behalten, oder die Luft nicht genug Zugang hat.

Argand's Lampe.

§ 922. Höchſt verſchiedene Dinge können alſo in den brennenden Körpern die Flamme ausmachen, je nachdem der Körper iſt, welcher verbrennt. Eben dieſe mannigfaltigen Beſtandtheile, welche aus den brennenden Körpern in der Hitze entwickelt werden, und erſt bey ihrer Verflüchtigung brennen, verurſachen auch die ſo außerordentliche Verſchiedenheit in der Farbe der Flamme.

Weingeiſt verbrennt mit einer bläulichen Flamme;
Zink mit einer blendenden weißlichgelblichen;
Kupfer mit einer grünen;
Papier in die Auflöſung der ſalpeterſauren Kalkerde getaucht und getrocknet, mit einer grünen;
Sedativſalz und Weingeiſt mit einer grünen.
Ein Gemenge aus einem Theile Salmiak, zwey Theilen Grünſpan, und zwey Theilen weißen Pech, verbrennt mit einer ſchöngrünen Flamme.
Ein anderes aus einem Theile gebrannten Kupfervitriol, einem halben Theile Salmiak, und einem Theile weißen Pech, brennt mit einer blauen Flamme.

§. 923. Die Flamme iſt folglich nichts weniger, als reines Feuer, d. h. bloßer Wärme- und Lichtſtoff. Reiner iſt das Glühefeuer (§. 920.), welches aus ſolchen entzündlichen Körpern entſteht, die beym Verbrennen nichts Flüchtiges weiter entwickeln, was einen ſichtbaren Rauch bewirken könnte. Unverbrennliche Körper, z. B. Steine, können zwar durch andere brennende Körper dahin gebracht werden, daß

ſie

ſie ebenfalls glühen; allein dies iſt nur ein mitge-theiltes, kein eigenthümliches Glühen, von welchem hier die Rede iſt.

§. 924. Wenn Materien zuſammen vermiſcht werden, die bey ihrer Einwirkung auf einander Wärmematerie entwickeln und frey machen, und ent-zündliche Stoffe dabey ſind, ſo kann dadurch beym Zugang der freyen Luft allerdings **Selbſtentzündung** bewirkt werden.

Hieher gehört die Entzündung der Oehle durch rauchen-den Salpetergeiſt, und die des rauchenden Vitriolöh-les mit gebrannter Bitterſalzerde.

M. ſ. m. Handb. der Chem. Th. I. §. 865. §. 689.

§. 925. Wenn aber auch in entzündlichen Gemiſchen durch die Veränderung ihrer Miſchung beym Ruhigſtehen oder auch an der reſpirablen Luft Wärmeſtoff entwickelt wird, ſo können ſie dadurch ebenfalls in Selbſtentzündung gerathen.

Beyſpiele geben: die Selbſtentzündung der Schwefelkieſe, des Kupferſalpeters mit Stanniol, des Hanfes mit Leinöhl und Kienruß, der geröſteten Rockenkleye, des geröſteten Cichorienkaffees, und mehrerer dergleichen Dinge, die wegen der dadurch entſtehenden Feuersge-fahr die Aufmerkſamkeit der Polizey insbeſondere ver-dienen.

Ich empfehle hierüber zum Nachleſen: Beytrag zur Geſchichte der Selbſtentzündungen und der ſogenannte Luftzünder, vom Hr. B. R. Buchholz; in Crells chem. Annalen J. 1784. B. I. S. 411. ff. u. 483. ff.

§. 926. Hieher gehört auch der merkwürdige **Hombergiſche Pyrophorus** oder **Luftzünder**, der ſich bey Berührung der Luft, zumal wenn dieſe feucht iſt, von ſelbſt entzündet. Zu ſeiner Verferti-gung nimmt man fünf Theile gebrannten Alaun, und einen Theil feinen Kohlenſtaub; man vermengt bei-

des

des ſehr genau mit einander durch Reiben, ſchüttet das Pulver in eine kleine irdene Flaſche, ſtellt ſie in einem Tiegel in Sand, und erhitzt alles zwiſchen Kohlen ſtufenweiſe. Es ſteigen ſchwefligte Dünſte aus der Mündung der Flaſche, die ſich endlich entzünden, und eine blaue Flamme bilden. Man erhält das Pulver in der Flaſche ſo lange im Glühen, bis die blaue Flamme an der Mündung ganz verſchwunden iſt. Man verſtopft nun die Flaſche genau, und läßt alles allmählich erkalten. Die weſentlichen Beſtandtheile dieſes Pyrophors ſind alkaliſche Schwefelleber und kohligte Subſtanz. Durch die Dazwiſchenkunft des Laugenſalzes iſt das Brennbare des Schwefels deſſelben, wie in jeder Schwefelleber, in einem lockern Zuſammenhange mit der Vitriolſäure; durch die nachher hinzutretende Feuchtigkeit der Luft wird dieſer endlich ſo ſchwach, daß durch die Anziehung der reinen Luft, und durch die bey der Einſaugung des Wäßrigten vom Laugenſalze ſich entwickelnde Erhitzung, das Phlogiſton entbunden und zum Feuer wird.

§. 927. Das Verbrennen mancher Körper kann ſo ſchwach ſeyn, daß wir nicht die dabey ſich entwickelnde Wärme, ſondern nur im Dunkeln das Leuchten wahrnehmen.

Hieher gehören eben die oben (§. 652.) angeführten Leuchtſteine oder Lichtträger.

§. 928. Wenn bey dem Verbrennen eines entzündlichen Körpers oder Gemiſches zugleich auch durch die damit verknüpfte Erhitzung luftförmige Stoffe erzeugt werden, die plötzlich und ſchnell hervorbrechen, ſo iſt die Entzündung mit einem Geräuſche oder mit einem Knall vergeſellſchaftet.

Bey=

Beyſpiele geben: das Verpuffen (Detonatio) des Salpeters und der ſalpeterſauren Salze überhaupt, mit entzündlichen Subſtanzen; das Schießpulver, das Knallpulver, das Knallgold, das Knallſilber.

Von der Zuſammenſetzung des Schießpulvers und der Einwirkung ſeiner Beſtandtheile bey der Entzündung, ſ. mein Handb. d. Chem. Th. I. §. 895. ff.; von den Urſachen ſeiner Gewalt bey der Entzündung, ſ. Ingenhouſz verm. Schr. B. I. S. 393.

Vom Knallpulver ſ. mein Handb. der Chem. B. I. §. 901. 909.

Siebenter Abſchnitt.

Electriſche Materie.

§. 929.

Wenn man eine trockene Glasröhre, oder ein Stück Stangenſchwefel, oder Bernſtein, oder eine Stange Siegellack mit einem Stück Flanell reibt, ſo findet man, daß leichte und kleine Stückchen Papier, Eiſenfeil, Goldblättchen, kleine Korkkügelchen, u. d. gl. von dieſen geriebenen Körpern erſt angezogen, hernach aber wieder zurückgeſtoßen werden. Iſt die Glasröhre von hinlänglicher Größe, und lange und ſtark genug gerieben worden, z. B. dadurch, daß ſie durch eine Maſchine ſchnell zum Umdrehen gebracht wird, und ſich dabey an einem ledernen Küſſen reiben muß, ſo macht ſie, wenn man das Geſicht etwas nahe daran hält, die Empfindung, als wenn Spinnweben übers Geſicht gezogen würden. Man ſpürt einen ſüßlichen Geruch, faſt wie nach Harnphosphorus; und nähert man ihr den Knöchel eines Fingers, ſo bricht ein leuchtender Funke mit einem Geräuſch hervor, der zu gleicher Zeit in dem Finger ein Stechen verurſacht.

§. 930. Dieſe Wirkungen einer noch nicht recht bekannten Urſach, nennt man electriſche Erſcheinungen (phaenomena electrica), und den Zuſtand der Körper, worin ſich dieſe Erſcheinungen zeigen, Electricität (electricitas), womit man aber auch manchmal die Urſach ſelbſt, die wir unterdeſſen electriſche Materie nennen wollen, bezeichnet. Electriſirt heißt ein Körper, der in den Zuſtand gebracht worden iſt, daß er die angeführten Erſcheinungen zeigt; electriſch aber derjenige, welcher dieſes Zuſtandes fähig iſt.

§. 931. Wenn man den hinlänglich electriſirten Glascylinder oder die Glasröhre oder Siegellackſtange einem ſtarken metallenen, gehörig abgerundeten und ohne ſtarke Spitzen und Ränder ſeyenden Drathe, das an ſeidenen Schnüren aufgehängt iſt, oder auf gläſernen Füßen ruhet, nähert, ſo bricht auch ein Funken hervor, wenn beide nahe genug kommen, und das Metalldrath zeigt nun electriſche Erſcheinungen, oder iſt electriſirt. Eben ſo wird auch das Metalldrath electriſirt, wenn es ſonſt in unmittelbarer Berührung mit der geriebenen Glasröhre, und den geriebenen Stellen nahe genug iſt.

§. 932. Nimmt man ſtatt des Metalldraths dazu eine andere Glasröhre, eine Siegellackſtange, oder ein ſeidenes Band, ſo erfolgt kein Funken bey der Annäherung, und dieſe werden nicht electriſirt; ſo wird aber auch das Metalldrath nicht zur Electricität gebracht, wenn es mit den geriebenen Stellen der Glasröhre durch eine ſeidene Schnur verbunden iſt.

§. 933. Ferner zeigt auch das Metalldrath nach dem Ausbruche des Funkens von der geriebenen electri=

ſirten Glasröhre keine Electricität, wenn daſſelbe eine Perſon in der Hand hält, die auf der Erde ſteht, oder wenn es ſonſt mit der Erde in Berührung iſt, oder in einer Mauer ſteckt.

§. 934. Wenn eine metallene Röhre auf eine ähnliche Art, wie eine Glasröhre (§. 929.) gerieben wird, während daß man ſie in der andern Hand hält, ſo giebt ſie keine Spur von den electriſchen Erſcheinungen.

§. 935. Dieſe Erfahrungen (§.931 — 934.) führen auf die Schlußfolge, daß das Metall, die Erde, der Menſch die electriſche Materie, von welcher die electriſchen Erſcheinungen abhängen, leiten, oder ſogleich auf ihrer Oberfläche oder durch ihre Subſtanzen weiter verbreiten; die Seide, das Glas, das Siegellack aber dieſelbe nicht leiten, oder fortführen, oder durch ſich ſogleich durchlaſſen.

§. 936. Man hat hiernach alle bekannte Körper in Leiter (conductores) und Nichtleiter (non conductores) eingetheilt. Und weil die erſtern durchs Reiben nach der gewöhnlichen Art nicht electriſirt werden können, ſondern wegen ihrer Leitung die durchs Reiben erregte Electricität abführen, ſo hat man ſie auch unelectriſche (corpora anelectrica), die letztern aber, welche durchs Reiben ſtark und merklich electriſirt werden, eigentlich electriſche, an ſich electriſche Körper (corpora electrica) genannt.

§. 937. Allein dieſe Eintheilung in electriſche und unelectriſche Körper iſt nicht ganz genau und richtig; denn es können allerdings auch Metalle für

ſich durch Reiben electriſirt werden, wenn man nur die Ableitung der erregten Electricität verhütet. Es laufen auch die Gränzen der ſogenannten electriſchen und unelectriſchen Körper ſo in einander, daß wir weder einen vollkommen electriſchen Körper, der die electriſche Materie gar nicht durch ſeine Subſtanz verbreitete, noch einen vollkommenen Leiter, in welchem die Electricität auf keine Art erregt werden könnte, kennen. Jeder electriſche Körper iſt vielmehr ein mehr oder weniger unvollſtändiger Leiter, und jeder Leiter ein mehr oder weniger unvollſtändiger electriſcher Körper. Viele electriſche Körper werden unter gewiſſen, oft zufälligen Umſtänden, zu Leitern; und manche Körper ſind eben ſo unvollſtändige Leiter als Nichtleiter. Man nennt dieſe Halbleiter, z. B. trockene Marmorplatten, trockenes nicht gewärmtes Holz.

§. 938. Um indeſſen doch diejenigen Körper, in welchen, wie z. B. in dem Glaſe, die Electricität leicht und merklich durch Reiben an andern ſchicklichen Körpern erregt werden kann, und welche die erregte Electricität nicht ſogleich fortführen, und durch ihre Subſtanz nur mit Schwierigkeit verbreiten, von den andern zu unterſcheiden, in denen das Gegentheil geſchiehet, ſo mögen die Benennungen der Nichtleiter für die erſtern, und der Leiter für die letztern dienen, und wir werden dieſelben auch in dieſem Sinne brauchen.

§. 939. Zu dieſen Nichtleitern, oder electriſchen Körpern, gehören beſonders: das Glas, und die mehreſten Verglaſungen, Bergkryſtall, alle Edelgeſteine, der Turmalin, ruſſiſches Glas; alle Harze:

be=

beſonders Copal, Colophonium, Pech, Gummilack; Federharz; die feſten Erdharze: Bernſtein, Asphalt, Steinkohlen; der Schwefel; Wachs; die Seide; trockne Baumwolle; Federn; Wolle; Haare; trockenes Elfenbein; die milden und ätheriſchen Oehle; gedörrtes und ſehr trockenes Holz; die recht dephlogiſtiſirten metalliſchen Kalke; und endlich die Luft, wenn ſie nicht feucht iſt.

§. 940. Zu den **Leitern** müſſen beſonders gerechnet werden: alle reguliniſche Metalle; das Waſſer, der Nebel; der Rauch; alle wäßrige Säfte der Pflanzen und Thiere, und ihre weichen Theile; thieriſche und vegetabiliſche Kohlen; alle Salzauflöſungen; Weingeiſt; Aether; feuchtes Holz; feuchte Luft; und vorzüglich unſere Erde. Glühendes Glas iſt ebenfalls ein Leiter, ſo wie auch geſchmolzenes Harz, heiße Luft, ſehr erhiztes gedörrtes Holz, da dieſe Körper ſonſt unter andern Umſtänden Nichtleiter ſind.

§. 941. Um die Nichtleiter zu **electriſiren**, d. h. ſie in den Zuſtand zu verſetzen, daß ſie die electriſchen Erſcheinungen zeigen, dient vorzüglich das **Reiben** mit verſchiedenen Materien, von denen wir gleich reden werden; und da ſich die electriſche Materie in dieſen Nichtleitern nicht ſogleich vertheilt, wie in den Leitern, ſo zeigen ſie jezt Electricität. Sie heißen daher auch **urſprünglich electriſche Körper** (corpora idioelectrica). Wenn man aber einen Leiter durch andere Nichtleiter von andern leitenden Materien abſondert, oder, wie man ſagt, **iſolirt**, z. B. dadurch, daß man ihn an ſeidenen Schnüren aufhängt, oder auf Glas, oder auf Harz u. d. gl. ſtüzt,

ſtützt, (wie in dem Verſuche §. 931.), und dann ſo dem hinlänglich electriſirten Nichtleiter nähert, oder damit in Berührung bringt, ſo wird er dadurch ebenfalls electriſirt. Man ſagt in dieſem Falle, die Electricität des Nichtleiters gehe an den Leiter über, oder theile ſich ihm mit; man nennt dieſe Electricität des Leiters eine **mitgetheilte** (electricitas communicata, derivativa), und unterſcheidet ſie von jener **urſprünglichen** der Nichtleiter (el. originaria). Die Leiter heißen deswegen auch **ſymperielectriſche Körper.**

Außer dem Reiben wird die Electricität verſchiedener Nichtleiter auch noch erregt durchs Schmelzen und Abkühlen; beym Turmalin und einigen andern Steinarten durchs Erwärmen und Abkühlen; auch durch Verdunſtung.

§. 942. Da die Nichtleiter die mitgetheilte Electricität des mit ihnen verbundenen, oder durch ſie iſolirten, Leiters nicht ſogleich abführen, ſo zeigen ſie jetzt die electriſchen Erſcheinungen. Da die trockene Luft ein Nichtleiter iſt, ſo kann der zu electriſirende Körper darin iſolirt werden; und wir würden, wenn ſie es nicht wäre, gar keine mitgetheilte Electricität darin hervorbringen. Feuchte und erwärmte Luft aber leitet, und daher gehen bey feuchtem Wetter die electriſchen Verſuche nicht ſo gut von ſtatten, als bey trocknem; und in Zimmern, worin viele Perſonen ſind, ſchlecht oder gar nicht. Ueberhaupt iſt die atmoſphäriſche Luft, weil ſie nie von leitenden Stoffen frey iſt, ein ziemlich unvollkommener Leiter.

§. 943. Wenn man einen iſolirten electriſirten Leiter mit einem andern, nicht iſolirten, Leiter berührt, ſo

ſo verliert jener ſeine Electricität ganz und auf einmal; ein urſprünglich electriſirter Nichtleiter verliert ſeine Electricität nur durch wiederholtes Berühren, und der allmählige Verluſt ſeiner Electricität trifft jedesmal nur die berührte Stelle.

§. 944. Ein Nichtleiter entzieht dem iſolirten electriſirten Körper wenig oder nichts; und um ihn durch Mittheilung zu electriſiren, muß man ihn an mehrern Stellen berühren, und doch nimmt er die Electricität nur mit Schwierigkeit an.

§. 945. Die Mittheilung der Electricität unter iſolirte Leiter von einerley Materie richtet ſich der Erfahrung zufolge nicht nach ihren Maſſen, ſondern nach ihren Oberflächen und der Ausdehnung in die Länge.

§. 946. Durch die Mittheilung werden die iſolirten Leiter electriſirt, nicht nur wenn ſie mit electriſirten Körpern in unmittelbarer Berührung ſind, ſondern auch dann, wenn ſie ihnen auf eine gewiſſe Weite genähert werden. Iſt das genäherte Ende des Leiters ſtumpf, oder abgerundet, ſo entſteht ein **Funken**, wenn er dem electriſirten Körper nahe genug kömmt, der nach der verſchiedenen Stärke der Electricität mit einem größern oder geringern Geräuſche oder Knalle ſichtbar hervorbricht. Die Weite, in welcher dies geſchiehet, heißt die **Schlagweite**, und ſie iſt deſto größer, je ſtärker die Electricität des electriſirten Körpers iſt. Wenn der electriſirte Körper ein Nichtleiter iſt, ſo iſt der Funke nur ſchwach, und die Schlagweite nicht ſo groß, als bey einem electriſirten, iſolirten Leiter. Iſt in dieſem Falle der Leiter, mit welchem man den Funken herauslockt,

iſo=

iſolirt, ſo vertheilt ſich die Electricität nach Inhalt ihrer Oberfläche; iſt er aber nicht iſolirt, ſo zeigen beide nach dem Ausbruche des Funkens keine Electricität.

§. 947. Wenn das genäherte Ende des Leiters zugeſpitzt iſt, ſo geſchieht der Uebergang der Electricität durch ein **Ueberſtrömen**, das bey ſchwachen Electricitäten wenigſtens im Dunkeln entweder in Geſtalt eines **Lichtpunctes** oder eines **Feuerbüſchels** erſcheint. Die Weite, in welcher hier der Uebergang der Electricität geſchiehet, iſt weit beträchtlicher, als bey der Mittheilung durch Funken, und kann ſich bey ſtarken Electricitäten auf eine ſehr beträchtliche Weite erſtrecken. Bey nicht zu ſchwachen Electricitäten iſt dies Ueberſtrömen durch Spitzen mit einem merklichen Geräuſch begleitet.

§. 948. Eben ſo leicht, als die electriſche Materie in Leiter durch Spitzen derſelben überſtrömt, ſo leicht ſtrömt ſie durch dieſelben auch wieder den iſolirten Leitern aus, und ein electriſirter iſolirter Leiter, der mit Spitzen verſehen iſt, verliert ſeine Electricität ſehr bald, und viel früher, als ein abgerundeter.

§. 949. Bey dem Ausſtrömen der Electricität aus den Spitzen eines iſolirten Leiters nimmt man auch zugleich durchs Gefühl eine Bewegung wahr, wie ein Blaſen, das aber allezeit von der Spitze ausgeht.

§. 950. So verhindert auch eine leitende uniſolirte Spitze, die man in der Nähe eines iſolirten Leiters hält, die Anhäufung der in dem letzten zugeführ-

führten Electricität, und führt dieſe ſchnell und ſtark ab.

§. 951. Alle dieſe bisher vorgetragene Erfahrungsſätze und mehrere andere, laſſen ſich am beſten an der eigentlichen Electriſirmaſchine (machina electrica) durch Verſuche zeigen. Die weſentlichen Theile derſelben ſind 1) der electriſche Körper, der durch eine bequeme Vorrichtung zu einem ſchnellen Umdrehen gebracht, und in welchem durchs Reiben die Electricität leicht erregt wird; 2) das Reibzeug ſelbſt, und 3) der iſolirte Leiter, den man auch wol den Hauptleiter, den erſten Leiter, oder ſchlechtweg den Conductor nennt, und dem die in dem electriſchen Körper durchs Reiben entwickelte Electricität zugeführt wird. Es iſt deswegen nöthig, daß man aus ihm ſtarke Funken oder ſtarke Uebergänge der Electricität erhalte, weil dieſe aus dem geriebenen Nichtleiter nur allemal ſchwach ſind (§. 946.).

§. 952. Da es mancherley electriſche Körper giebt, in welchen die Electricität durch Reiben erregt werden kann (§. 939.), ſo hat man auch mehrere davon zu den Reibern der Electriſirmaſchinen vorgeſchlagen; am bequemſten ſchickten ſich aber doch dazu weißes, nicht zu alkaliſches, Glas, dem man bald die Geſtalt eines Sphäroides, bald eines Cylinders (Cylindermaſchinen), bald der Scheiben (Scheibenmaſchinen) gegeben. Der Unterſchied der von verſchiedenen Schriftſtellern und Künſtlern vorgeſchlagenen und erfundenen Electriſirmaſchinen, beruhet theils auf der Verſchiedenheit der Materie des electriſchen Reibers, theils auf der bequemern

Form

Form deſſelben, theils auf der Art und Weiſe das Reibzeug anzubringen; theils auf dem Mechanismus, den electriſchen Körper in Bewegung zu ſetzen. Die von Herrn **Cavallo** beſchriebene Glascylindermaſchine empfiehlt ſich durch ihre Einfachheit und Bequemlichkeit, und man kann mit derſelben und dem übrigen gehörigen **electriſchen Apparat** alle nöthige Verſuche anſtellen. Ihre etwas geänderte Einrichtung wird durch ihre Zerlegung in den Vorleſungen ſelbſt gezeigt.

Vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und practiſchen Lehre von der Electricität, nebſt eignen Verſuchen von Tiberius Cavallo. a. d. Engl. 2. Aufl. Leipz. 1783. 8. S. 119. ff.

Von den vielen vorgeſchlagenen, zum Theil wieder obſolet gewordenen Electriſirmaſchinen erwähne ich nur hier der gebräuchlichſten und merkwürdigſten:

1) Ingenhouſz Glasſcheibenmaſchine.
Ingenhouſz vermiſchte Schriften B. I. S. 172. ff. Schmidt Beſchreibung einer Electriſirmaſchine und deren Gebrauch. Jena 1773. 4.

2) Cuthbertſons Maſchine mit doppelten Glasſcheiben.
John Cuthbertſons Abhandlung von der Electricität, nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche, a. d. Holl. Leipz. 1786. 8. S. 15. f. und S. 99.

3) Die von Cuthbertſon verfertigte große Maſchine mit doppelten Glasſcheiben im Teyleriſchen Muſeum zu Haarlem.
Beſchreibung einer ungemein großen Electriſirmaſchine, und der damit im Teylerſchen Muſeum zu Haarlem angeſtellten Verſuche, durch Martinus van Marum, a. d. Holländiſchen. Leipz. 1786. 4. Erſte Fortſetzung. a. d. Holl. Leipz. 1788. 4.

4) Van Marums Glasſcheibenmaſchine.
Beſchreibung einer neuen, einfachen, und vortheilhaften Electriſirmaſchine, von Hr. v. Marum; im Journ. d. Phyſ. B. IV. S. 3. ff.

5) Hrn. Legationsraths Lichtenbergs Electriſirmaſchine aus ſchwarzem, glatten, wollenen Zeuge, das ſich an Katzenfellen reibt.
Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. B. I. St. 1. S. 83. ff.

Die Glaskugeln oder Glascylinder, die man zu den Electriſirmaſchinen wählt, werden mit ihren Hälſen in eine meſſingene oder auch in eine hölzerne Haube oder Büchſe, mit einem Kütt aus gleichen Theilen Pech und Wachs, und einem halben Theile rothen Ocker geküttet. Die metallene Achſe darf nicht durch ſie hindurchgehen, weil dies ſonſt zu viel Leitung bewirkt. Die innere Seite dieſer gläſernen Kugeln oder Cylinder überzieht man auch wol mit einem Gemiſche aus einem Theile Terpenthin, zwey Theilen Colophonium, einem Theile Wachs und einem Theile Pech, das man über dem Feuer hat zergehen laſſen. Um der durch Erwärmung in den Cylindern bey dem Reiben ausgedehnten Luft einen Ausgang zu verſtatten, iſt es rathſam in einer Haube deſſelben eine Oeffnung anzubringen.

§. 953. Zum Reibzeuge bey den Glasmaſchinen nahm man ſonſt lederne Küſſen, die man mit Haaren ſtopfte. D. Nooth hat bey den gläſernen Cylindermaſchinen mit mehrerm Vortheil ein dünnes mit Pferdehaaren ausgeſtopftes ſeidenes Küſſen vorgeſchlagen, das mit der einen Seite an ein, nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes, hölzernes Geſtelle befeſtigt, und mit einem hieran befeſtigten und mit einem Zinkamalgama und etwas Fett beſtrichenen Leder nur bedeckt iſt, an deſſen andern Ende ſich ein Stück Wachstaffet befindet, der einen Theil des Cylinders umgiebt. Um das Küſſen bequem an den Cylinder zu drücken, dienen Stahlfedern, oder noch beſſer ſeidene Schnüre, die an dem andern freyen Ende des Küſſens befeſtigt, über den Cylinder gezogen, und an einem bequemen Orte des Tiſches, worauf die Maſchine ſteht, hinlänglich angeſpannt werden. Bequem iſt es, wenn man das Reibzeug auch iſoliren kann, und dies geſchieht am beſten dadurch, daß man das Brett, worauf das Küſſen ruhet, auf eine hinlänglich ſtarke gläſerne Säule ſetzt, die man auch wol noch mit Pech oder Siegellack ausgießt und

überzieht. Um dieſe Iſolirung aufzuheben, hängt man an das Leder des Küſſens ein Metalldrath, das bis auf die Erde reicht.

Cavallo a. a. O. S. 106. f.

Das Zinkamalgama beſteht aus 5 Theilen Zink, und 1 Theil Queckſilber. Man ſchmelzt den erſtern, und gießt dann das Queckſilber dazu, entfernt das Gefäß vom Feuer, und rührt alles wohl um. Von dieſem Amalgama reibt man etwas in einem ſteinernen Mörſer recht fein, und mit etwas Unſchlitt zuſammen, und ſtreicht es auf das Leder auf. So oft das Amalgama auf dem Leder feſt und trocken wird, muß man es entweder aufkratzen, oder neues auftragen.

§. 954. Der **erſte Leiter** oder Conductor der Maſchine (§. 951.) iſt ein blecherner Cylinder, der an dem einen, dem electriſchen Reiber zugekehrten Ende mit mehrern Spitzen, dem **Zuleiter**, verſehn, ſonſt aber, um das Ausſtrömen der Electricität aus ihm zu verhüten, allenthalben aufs genaueſte abgerundet, und ohne ſcharfe Ecken und Kanten ſeyn muß. Man befeſtigt an dem hintern und äußerſten Ende deſſelben auch wol noch eine meſſingene Kugel, und überzieht das übrige, den Zuleiter ausgenommen, mit Firniß oder Siegellack. Dieſer erſte Leiter muß nothwendig iſolirt ſeyn, wenn er electriſirt werden ſoll, und man ſtellt ihn deswegen mit den unten an ihm befeſtigten metallenen Hauben, die wohl abgerundet ſeyn müſſen, auf hinlänglich lange und ſtarke Glasfüße, die man auch noch mit einem Firniß überzieht, und mit Pech ausgießt. Nicht ſo ſicher und feſt hängen ihn manche an ſeidenen Schnüren auf. Große Leiter macht man auch wol von Holz oder Pappe, die man mit Zinnfolie überzieht.

§. 955. Die Verſuche mit der Electriſirmaſchine ſtellt man am beſten bey einer trockenen, nicht zu

hei-

heißen Luft, in einem trocknen und weiten Zimmer an. Folgende Verſuche dienen zur Beſtätigung der bisher vorgetragenen Sätze. Verſchiedene davon ſind leicht zu verzeihende Spielereyen.

Verſuche: Kleine Korkkügelchen, die an einem Zwirnsfaden dem electriſirten Conductor mit der Hand oder ſonſt mit einem leitenden Körper genähert werden, werden ſchon in ziemlicher Entfernung angezogen, aber nicht wieder zurückgeſtoßen.

Baumwolle, oder eine leichte Feder, oder Korkkügelchen, die man in der Hand, oder in einer metallenen Kapſel, in einiger Entfernung unter den Conductor hält, werden erſt angezogen, dann wieder abgeſtoßen, und ſo wechſelſeitig fort.

Die electriſche Spinne.

Der Tanz der papiernen Puppen.

Eine an ſeidenen Schnüren aufgehängte metallene Kette wird electriſirt, wenn ſie dem electriſirten Conductor genähert wird, und einen Funken erhält.

Eben dies geſchiehet, wenn ſie damit in unmittelbarer Berührung iſt.

Es geſchiehet nicht, wenn ſie damit durch ſeidene Schnüre in Verbindung gebracht iſt.

Bey der Annäherung eines metallenen Knopfs an den electriſirten Conductor, bricht ein kniſternder Funke hervor.

Eben dies wird durch den Knöchel des Fingers hervorgelockt.

Ein un-iſolirtes Stück Metall zeigt nach dem erhaltenen Funken keine Electricität.

Eine iſolirte Perſon giebt electriſche Erſcheinungen von ſich, wenn ſie mit dem electriſirten Conductor in leitender Verbindung iſt.

Eine Siegellackſtange, oder Glasröhre, oder ein anderer nichtleitender Körper, dem electriſirten Conductor genähert, bringt keine Funken hervor.

Ein Drath, das den Fußboden mit dem Conductor in leitende Verbindung ſetzt, verhindert, daß dieſer nicht electriſirt werden kann.

Ein iſolirter zweyter Leiter verliert durch Berührung mit einer andern leitenden, nicht iſolirten Materie, ſeine Electricität gänzlich und auf einmal.

Die geriebene Glaskugel verliert ihre Electricität durch leitende Subſtanzen nicht ſogleich auf einmal und nur nach und nach.

Korkkügelchen, Sägeſpäne, u. d. gl. auf einer Glasplatte unter den Conductor gehalten, werden zwar nach der erſten Anziehung abgeſtoßen, aber nicht wieder angezogen.

Korkkügelchen, die an einem ſeidenen Faden hängen, werden vom Conductor erſt angezogen, dann abgeſtoßen, aber nicht wieder angezogen, ſogleich aber, wenn man ſie mit den Fingern berührt hat.

Tanz der Sägeſpäne unter einem electriſirten Glaſe.

Das electriſche Glockenſpiel.

Aus einer auf dem Conductor befindlichen Spitze ſtrömt die electriſche Materie mit einem fühlbaren Winde hervor.

Dieſe Spitze auf dem Conductor ſchwächt die Electricität deſſelben merklich, und hindert den Uebergang eines Funkens aus demſelben in einen andern Leiter.

Der Conductor verliert ſeine Electricität ſehr bald, durch eine in der Nähe deſſelben gehaltene Metallſpitze.

Das electriſche Rad.

Das Stechen der Funken. Der phosphoriſche Geruch der Electricität. Das Anzünden des Weingeiſtes und Aethers durch den electriſchen Funken.

Die electriſche Piſtole.

* * *

In Anſehung der umſtändlichern Nachrichten von der Anſtellung dieſer und mehrerer anderer Verſuche verweiſe ich auf Cavallo's und Cuthbertſons oben (§. 952.) angeführte Schriften.

§. 956. Wenn man bey der Electriſirmaſchine das Reibzeug iſolirt, den Conductor aber durch leitende Dinge mit der Erde in Verbindung ſetzt, und dann die Maſchine drehet, ſo zeigt das Reibzeug Electricität, und alle Erſcheinungen derſelbigen; der Conductor aber kann keine zeigen, da er nicht mehr iſolirt iſt.

Alle vorher angezeigte Verſuche laſſen ſich in dieſem Falle am Reibzeuge oder einem damit verbundenen iſolirten Conductor anſtellen.

§. 957. Wenn man hierbey den Conductor nicht iſolirt, ſo iſt die Electricität des Conductors ſowohl als des Reibzeuges nur ſchwach.

§. 958. Dabey aber findet ſich zwiſchen der Electricität des Reibzeuges und des Conductors ein merkwürdiger Unterſchied. Ein iſolirter leicht beweglicher leitender Körper, z. B. Korkkügelchen, die an einem ſeidenen Faden hängen, und von dem electriſirten Conductor nach dem Anziehen abgeſtoßen und nicht wieder angezogen werden, werden es ſogleich vom iſolirten electriſirten Reibzeuge, oder dem damit verbundenen iſolirten Leiter; ſie werden aber davon ſogleich wieder abgeſtoßen, und in dieſem Zuſtande wieder vom erſten Conductor angezogen, u. ſ. f. Alſo, was der Conductor abſtößt, zieht das Reibzeug an, und umgekehrt.

§. 959. Electriſirt man zwey Korkkügelchen an Zwirnsfäden mit der Electricität des Conductors, ſo fliehen ſie von einander; electriſirt man ſie an dem iſolirten Reibzeuge, ſo geſchieht dies auch. Aber die vom Reibzeuge und vom Conductor abgeſtoßenen electriſirten Kügelchen ziehen ſich einander ſehr ſtark an, und verlieren dadurch ihre Electricität gänzlich. Zwiſchen einem durch den Conductor der Maſchine und einem durch das iſolirte Reibzeug electriſirten iſolirten Leiter ſpringen leichte iſolirte leitende Körperchen beſtändig hin und her, und werden wechſelſeitig von dem einen und dem andern angezogen und abgeſtoßen, bis die Electricität beider Körper erſchöpft iſt.

§. 960. Wenn man eine Siegellackſtange durch Reiben mit einem Katzenfelle electriſirt, und ein kleines

nes leichtes Korkkügelchen vermittelſt eines feinen Zwirnfadens darüber hängt, ſo wird dies von einer andern geriebenen Siegellackſtange abgeſtoßen, von einer geriebenen Glasröhre aber angezogen werden. Eben ſo ſtößt auch das iſolirte Reibzeug unſerer Maſchine das Korkkügelchen der electriſirten Siegellackſtange ab, der electriſirte Conductor und der geriebene Cylinder zieht es an.

Zwey iſolirte Perſonen, die beide gleich ſtark mit der Electricität des iſolirten Conductors der Maſchine verſehen ſind, berühren ſich ohne Funken; wenn aber eine davon mit dem iſolirten Reibzeuge electriſirt wird, ſo ziehen beide aus einander einen Funken.

§. 961. Es hat alſo ganz das Anſehen, als ob es zweyerley Arten der Electricität giebt, die ſich einander entgegengeſetzt ſind, wie poſitive und negative Größen, die ſich einander aufheben, oder vernichten, wenn ſie gleich groß oder ſtark ſind. Es mag nun eine Bewandtniß damit haben, welche es will; es mag dieſer Unterſchied von zweyerley verſchiedenen electriſchen Materien, oder von einerley Materie, die in verſchiedener Menge in den Körpern zugegen iſt, herrühren; ſo müſſen wir hier bis zur weitern Entſcheidung, wenigſtens den Zuſtand der durchs iſolirte Reibzeug, oder durch den Reiber electriſirten Körper, d. h. ihre Electricitäten, als entgegengeſetzt (electricitates contrariae) anſehen, und, ohne uns um die Urſach zu bekümmern, die Geſetze dieſes verſchiedenen Zuſtandes zu erforſchen uns bemühen.

§. 962. Schon du Fay bemerkte den Unterſchied der Electricität des geriebenen Glaſes und des Harzes, und unterſchied ſie durch den Namen Glaselectricität und Harzelectricität; Franklin führte,

nach

nach ſeiner Theorie, die Namen Plus= und Minus=Electricität, oder poſitive und negative Electricität ein. Hr. Lichtenberg bezeichnet ſie auf eine bequeme Art durch + E und — E, und nennt die Electricität, welche das geriebene Glas der Maſchine hat, + E, und die, welche das iſolirte Reibzeug beſitzt, — E.

Erxlebens Naturlehre von Hr. Lichtenberg, 5. Aufl. S. 501. f.

§. 963. Wenn ein Körper ſo viel + E, als — E hat, ſo kann er, nach der Vorausſetzung, keine electriſche Erſcheinungen von ſich geben. Wir wollen ferner annehmen, daß in jedem Körper, der im natürlichen Zuſtand ſich befindet, und keine electriſche Erſcheinungen zeigt, gleich viel + und — E zugegen ſey, die ſich folglich aufheben, und ſeine Electricität o E machen. Wird auf irgend eine Art das + E oder — E überſchüſſig, oder wird das Gleichgewicht zwiſchen + E und — E gehoben, ſo zeigt der Körper Electricität. Die Geſetze, nach welchendieſe Electricitäten wirken, ſind einfach, aber außerordentlich fruchtbar an Folgerungen, und gewähren eine ſehr leichte Ueberſicht der ſo mannigfaltigen Phänomene der Electricität ob ich gleich hiermit noch einmal ausdrücklich erinnere, daß ſie nicht Angaben von Urſachen ſind.

§. 964. I) **Gleichartige Electricitäten ſtoßen ſich ab.** Ein Körper + E ſtößt einen andern leichten und beweglichen + E ab, und beide zeigen, gegen einander genähert, keine Funken, wenn ſie gleich viel + E haben, ſondern behalten ihre Electricität. Ein Körper — E ſtößt einen andern, deſ-

ſen Electricität auch — E, und mit jener gleich groß iſt, von ſich, unter eben den Erſcheinungen.

Verſuche hierzu:

Korkkügelchen, die an ſeidenen Fäden hängen, werden erſt vom Conductor angezogen und hernach abgeſtoßen, und bleiben abgeſtoßen.

Eben dies geſchiehet beym iſolirten Reibzeug.

Zwey Korkkügelchen, die an einem Zwirnsfaden über den electriſirten Conductor hängen, entfernen ſich von einander.

Sägeſpäne, auf den + haltenden Conductor gebracht, werden weit weg geſtreuet.

Eben dies geſchieht durch das — E haltende Reibzeug.

Ein Haarbuſch ſchwillt auf, wenn er + E und wenn er — E electriſirt wird.

Baumwolle ſchwillt durch beide auf.

Feine, haarförmige Glasfäden ſtreuben ſich von einander, wenn ſie durch den Conductor der Maſchine + E, oder durch das iſolirte Küſſen — E haben.

Das electriſche Rad drehet ſich durch + E und — E.

Durch Haarröhrchen, durch welche ſonſt das Waſſer nur langſam tröpfelt, ſtrömt es hervor, wenn es + E oder — E electriſirt wird.

§. 965. Aus dieſem Abſtoßen gleichnamiger Electricitäten hat man auch Anlaß zu den **Electrometern** genommen. Die mehreſten dienen höchſtens nur um daraus ohngefähr zu beurtheilen, ob eine Electricität ſtärker oder ſchwächer ſey, als eine andere; nicht aber, wie groß ſie eigentlich ſey.

1) Cantons Korkkugelelectrometer.
Philoſ. Tranſact. Vol. XLVIII. P. I. n. 53.

2) Henly's Quadrantenelectrometer.
Philoſ. Tranſact. Vol. LXII. S. 359.

3) Cavallo's Electrometer.
Deſſen vollſtändige Abhandl. von der Electricität S. 124.

4) Ebendeſſelben Taſchenelectrometer.
a. a. O. S. 294.

5) Eine Abänderung deſſelben, von Adams beſchrieben.

Verſuch über die Electricität, worin Theorie und Ausübung dieſer Wiſſenſchaft durch eine Menge methodiſch geordneter Experimente erläutert werden; von Geo. Adams. a. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 164.

6) Achards Electrometer.

Abhandl. von der Kraft der Electricität von Fr. Karl Achard; im I. B. der Beſchäft. der Berlin. Geſellſch. naturf. Freunde. S. 53.

7) Sauſſures Electrometer, beſonders für die atmoſphäriſche Electricität.

Deſſelben Reiſen durch die Alpen, Th. III. Leipz. 1787. §. 791.

8) De Luc's Fundamentalelectrometer.

Deſſelben neue Ideen über die Meteorologie, B. I. §. 397.

9) Bennets ſehr empfindliches Electrometer.

Grens Journ. d. Phyſ. B. I. S. 380.

§. 966. II) **Ungleichartige Electricitäten ziehen ſich an.** Ein Körper, der + E hat, zieht einen andern, leicht beweglichen — E an, und umgekehrt, und beide zeigen nach dem Zuſammentreffen keine Electricität mehr, wenn ſie gleich viel + E oder — E hatten.

§. 967. Dies giebt uns auch ein Mittel an die Hand, um die entgegengeſetzten Electricitäten ſelbſt zu finden. Hängt man nämlich Korkkügelchen an einem Zwirnsfaden über eine mit einem wollenen Tuche geriebene Siegellackſtange, und ertheilt ihnen dadurch — E, ſo werden ſie von einem + E haltenden Körper angezogen, von einem mit — E verſehenen zurückgeſtoßen werden.

§. 968. Hierdurch findet man nun, daß das iſolirte Reibzeug allemal die entgegengeſetzte Electricität des Reibers und Conductors erlangt; — E, wenn dieſe + E haben; + E, wenn dieſe — E erhalten. Die wenigen Ausnahmen hiervon erfordern noch Beſtätigung.

§. 969. Gewöhnlich erhält bey dem Aneinanderreiben zweyer Subſtanzen diejenige, welche am wenigſten leitet oder am meiſten electriſch iſt, + E, die mehr leitende — E; und beym Aneinanderreiben zweyer gleich electriſchen Körper bekommt derjenige gemeiniglich — E, der am ſtärkſten gerieben wird, und der andere + E. Größere oder geringere Glätte oder Feuchtigkeit ändern aber die Reſultate dieſer Verſuche ſehr ab; und die Verſuche dieſer Art erfordern überhaupt ſehr große Behutſamkeit und Vorſicht.

§. 970. Durch Verſuche hat man gefunden: 1) glattes Glas erhält + E, wenn es mit leitenden oder iſolirenden Subſtanzen gerieben wird, nur mit Katzenbalge gerieben wird es — E; 2) rauhes und mattgeſchliffenes Glas wird + E, wenn es mit Schwefel, Seide, Wachstaffent, und Metallblättern; — E, wenn es mit wollenen Tüchern, mit polirtem Glaſe, mit Siegellack, mit Papier, oder mit der Hand gerieben wird; 3) Harz und Siegellack bekömmt durchs Reiben mit Metall, Schwefel und matt geſchliffenem Glas, + E; mit polirtem Glas, wollenen Tüchern, weichen Fellen, Papier, — E; 4) Haſenfell erhält mit Metallblättern, Tuch, Seide, Papier, oder mit der Hand gerieben, + E; 5) weiße Seide wird + E durch Metallblätter, Tuch, ſchwarze Seide; — E durch Papier, durch die Hand, und durch weiche Felle; 6) ſchwarze Seide + E an Siegellack, — E an weißer Seide, weichem Felle, Papier, oder an der Hand gerieben. 7) Schwefel wird + E mit Metall; — E mit polirtem und matten Glas, Siegellack, Holz, Papier, Tuch, und mit der Hand gerieben. 8) Metal-

talle werden + E mit Harz, — E mit polirtem Glaſe. Der Unterſchied und die Benennung Glas- und Harz-Electricität für + und — E iſt eben deswegen nicht genau und richtig, weil dieſe Körper bald +, bald — erhalten können.

Eigene Verſuche hierüber haben angeſtellt: Wilſon (Philoſ. Tranſactions, 1760. Vol. LI.); Symmer (ebendaſ. S. 340.); Cigna (Miſcellanea ſociet. Taurinenſis, 1765. S. 31.); Beccaria (*G. Beccaria* dell' Elettricismo artificiale, in Turino 1753. 4.); Wilke (de electricitatibus contrariis, Roſtoch. 1757. 4.); Aepinus (Tentamen theoriae electricitatis et magnetiſmi, auct. *F. V. Aepino*, Petrop. (1759. 4.); Bergmann (Experimenta electrica cum tabulis vitreis ſibi mutuo affrictis inſtituta; in ſeinen *opuſc. phyſ. chem.* Vol. V. S. 370.; Experimenta electrica cum taeniis ſericis inſtituta; ebendaſ. S. 391.); Lichtenberg (Erxlebens Naturl. 5. Aufl. S. 460. ff.

§. 971. Wenn man einen + E electriſirten zugeſpitzten leitenden Körper mit der Spitze gegen einen andern nicht electriſirten leitenden, oder mit — E verſehenen flachen hält, ſo entſteht ein Geräuſch, und man ſieht im Dunkeln einen bläulichen oder purpurfarbenen **Feuerbüſchel**, deſſen Strahlen von der Spitze aus divergiren. Wenn man aber dem mit + E verſehenen abgerundeten Körper ſelbſt eine unelectriſirte leitende Spitze zuhält, ſo zeigt ſich an dieſer ein leuchtender **Punct** oder **Stern**.

§. 972. Wenn hingegen der zugeſpitzte Körper — E hat, und der Spitze ein anderer nicht electriſirter leitender oder + E haltender flacher Körper genähert wird, ſo entſteht auch ein Geräuſch; aber man ſieht im Dunkeln einen lebhaft leuchtenden **Punct** oder **Stern** an der Spitze. Wenn man aber dem mit — E electriſirten Körper eine andere leitende

de Spitze zuhält, ſo zeigt ſich an dieſer ein leuchtender Feuerbüſchel.

§. 973. Sonſt hat Hr. Prof. Lichtenberg noch den Unterſchied zwiſchen poſitiver und negativer Electricität entdeckt, daß, wenn man Harzſcheiben durch Berühren mit iſolirten electriſirten metallenen Körpern Electricität mittheilt, und dann mit Colophoniumpulver oder Bärlappſaamen dünne beſtreuet, dies Pulver verſchiedene Figuren darauf bildet, je nachdem die mitgetheilte Electricität + oder — E war. Durch erſtere bilden ſich ſternförmige oder ſtrahlende, durch dieſe aber ringförmige Figuren oder Puncte ohne Strahlen.

I. C. Lichtenberg De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi; in den *nov. comment. ſociet. Gotting. T. VIII.* 1777. S. 168.

§. 974. Die Richtung des Stromes der electriſchen Materie geht aus einer electriſirten Spitze abwärts, ſie mag + E oder — E haben.

§. 975. Ein mit + E oder — E verſehener Körper zieht nicht nur denjenigen an, der die der ſeinigen entgegengeſetzte Electricität hat (§. 966.), ſondern auch einen jeden andern nicht electriſirten, oder deſſen Electricität o iſt. — Dieſe Wirkung der electriſirten Körper auf andere o E oder die entgegengeſetzte Electricität enthaltende geſchiehet nach der Stärke ihrer Electricität in einer größern oder geringern Entfernung, und der Raum, durch welchen ſich dieſe Wirkung erſtreckt, nennt man den **Wirkungskreis**, ſonſt auch wol die **electriſche Atmoſphäre** des electriſirten Körpers.

§. 976. Wenn man dieſemnach einen un-iſolirten Leiter, z. B. eine Metallſtange, dem electriſirten Reiber der Maſchine nahe bringt, ſo erhält jener auf der dem Reiber zugekehrten Seite die entgegengeſetzte Electricität des Reibers: + E, wenn dieſer — E hatte, und — E, wenn dieſer + E beſaß; bey der größern Annäherung erhält der Leiter einen Funken, und die Electricität hört ganz auf. Wenn aber der Leiter iſolirt iſt, ſo erhält das von dem electriſirenden Körper abgewendete Ende die gleichnamige Electricität von jenem, und alſo die entgegengeſetzte an dem dem Reiber zugekehrten Ende. Bey der Annäherung nehmen beide Electricitäten zu, bis der Leiter endlich einen Funken erhält, worauf ſeine Electricität die gleichnamige des electriſirenden Reibers wird.

§. 977. Wenn man aber dieſen iſolirten Leiter wieder von der Maſchine iſolirt entfernt, ehe er ſo nahe kömmt, daß er einen Funken erhält, ſo hört die Electricität, die ſich an ſeinen entgegengeſetzten Enden als entgegengeſetzt zeigten, ſogleich auf, und es iſt alles wieder im natürlichen Zuſtande. Berührt man ihn aber, während daß er in dem Wirkungskreiſe des electriſirenden Körpers iſt, an dem von dieſem abgewandten Ende mit dem Finger, oder ſonſt mit einem leitenden Körper, ſo entſteht ein Funken, und ſeine Electricität hört auf. Entferne ich ihn jetzt zugleich iſolirt von dem electriſirenden Körper, ſo hat er die entgegengeſetzte Electricität des electriſirenden Körpers, oder die gleichnamige des dieſem zugekehrten Endes.

§. 978. In dieſem Falle entſteht alſo Electricität, ohne daß ſie der electriſirende Körper verlöhre, alſo

alſo nicht durch Mittheilung (§. 941.), ſondern durch Vertheilung der Electricität, und dies iſt die dritte Art, Electricität hervorzubringen. Sie gründet ſich eigentlich auf die vorher angeführten Geſetze der Electricität, daß gleichartige Electricitäten ſich anziehen, ungleichartige ſich abſtoßen (§§. 964. 966.), und macht das dritte Geſetz: III) **Jeder electriſirte Körper erregt in denjenigen Körpern, die in ſeinen Wirkungskreis kommen, in dieſem Wirkungskreiſe eine der ſeinigen entgegengeſetzte Electricität.**

§. 979. Wenn der in den Wirkungskreis eines electriſirten Körpers gebrachte ein Nichtleiter iſt, ſo erhält er zwar auch in dem Ende, welches dem electriſirten Körper zugekehrt iſt, die entgegengeſetzte Electricität, allein eben wegen ſeiner nichtleitenden Eigenſchaft iſt die erregte Electricität nicht ſtark, und erſtreckt ſich nicht weit, und man findet an ihm vielmehr ſchwache abwechſelnde Zonen von entgegengeſetzten Electricitäten.

§. 980. Dünne Nichtleiter halten dieſe Wirkungen der Vertheilung der Electricität oder der electriſchen Atmoſphäre nicht auf, wohl aber die der Mittheilung.

§. 981. Nunmehr können wir aus dieſen vorgetragenen Geſetzen der Electricität leicht die bisher beobachteten Erſcheinungen erklären. — Ein jeder Körper hat nemlich im natürlichen Zuſtande, wo er keine Zeichen der Electricität von ſich giebt, beide Electricitäten + E und — E in dem Maaße zuſammen vereiniget, daß ſie ſich einander aufheben, und alſo o E machen. Ob ſie nun in gleichen Maſſen oder in gleichen Räumen, oder in gleichen Oberflächen der Körper, in gleicher Quantität zugegen ſeyn,

das

das kann man bis jetzt noch nicht entſcheiden, und alſo auch darnach noch nicht abſolutes und ſpecifiſches E beſtimmen. Wenn nun das Gleichgewicht beider Electricitäten des natürlichen Zuſtandes aufgehoben wird, z. B. durch Reiben, oder ſonſt auf eine Art, welche zu erklären es jetzt auch noch zu früh ſeyn möchte, ſo wird der Körper electriſirt und das Ueberſchüſſige einer der beiden Electricitäten zeigt ſich nun als freyes oder ſenſibles E da es vorher durch die gehörige Menge des entgegengeſetzten gebunden war.

§. 982. So wird nun durch das Reiben des Glaſes an dem Reibzeuge der Maſchine das + E des letztern frey; das Glas führt wegen ſeiner nichtleitenden Eigenſchaft dies + E nicht gleich durch ſeine Subſtanzen weiter, und zeigt nun die Electricität + E; das — E des Reibzeuges bindet dies + E nicht mehr ganz, und wenn es iſolirt iſt, ſo kann dies + E in ihm nicht erſetzt werden, und ſein — E iſt alſo ebenfalls frey. Daher zeigt das Reibzeug nun negative Electricität, während das Glas poſitive hat. Und ſo iſt es auch in den andern Fällen, wenn der reibende electriſche Körper — E aus dem Reibzeuge los macht, dann hat dies + E

Der Wachstaffent, der den Glascylinder zum Theil umgiebt, hat ſeinen Nutzen hauptſächlich darin, daß er durch die entgegengeſetzte Electricität die Intenſität des + E des Glascylinders ſchwächt; dadurch wächſt die Capacität des letztern, und er kann ſolchergeſtalt mehr + E aus dem Reibzeuge aufnehmen. Beide entgegengeſetzte Electricitäten des Wachstaffents und des Glaſes binden ſich nur wechſelſeitig, ohne ſich zu ſättigen, welches bey glatten, nichtleitenden Flächen nicht ſtattfinden kann. So wie nun der Reiber den Wachstaffent verläßt, ſo wird ſein + E jetzt wieder frey, und wird vom Zuleiter eingeſogen. — Man ſieht hieraus auch leicht

leicht den Grund ein, warum der Wachstaffent keine Falten und Unebenheiten haben müſſe, wenn ſeine Wirkung ſtark ſeyn ſoll.

§. 983. Wenn aber das Reibzeug unſerer Electriſirmaſchine durch leitende Materie mit der Erde verbunden iſt, ſo zieht es aus dieſer unerſchöpflichen Quelle von ± E, ſo viel + E immer an, daß ſein — E nicht ſenſibel oder frey bleibt, und es kann daher immer neues + E an das reibende Glas abgeben, wenn dies weiter abgeführt wird.

§. 984. Wird dem + E electriſirten Glascylinder der Maſchine ein iſolirter leitender Körper genähert, und in den Wirkungskreis deſſelben gebracht, ſo zieht das freye + E des erſtern das — E des letztern, und ſtößt das gleichnamige + E deſſelben zurück. So entſteht nun Electricität durch Vertheitheilung (§ 978.). Bey dem Wiederentfernen des Leiters binden ſich ſein + und — E wieder von neuem, und die Electricität deſſelbigen hört auf. Nähert man ihm aber, ehe man ihn wegnimmt, den Finger oder einen andern leitenden Körper, an dem entferntern Ende, wo das + E deſſelben frey iſt, ſo zieht daſſelbe das — E dieſes berührenden Leiters an ſich, ſättigt ſich damit, und es entſteht ein Funke. Entfernt man nun den Finger, und den iſolirten Leiter zugleich, ſo hat dieſer nun — E + E — E, und iſt folglich negativ electriſirt. So iſt es nun auch, wenn der electriſirende Körper freyes — E hat; dann bindet er das + E des ihm genäherten iſolirten Leiters, ſtößt das — E deſſelbigen zurück; dies ſättigt ſich aus dem ihn berührenden leitenden Körper mit + E, und nach der Entfernung deſſelbigen und des iſolirten Leiters von dem electriſirenden

Kör-

Körper hat dieſer iſolirte Leiter $+ E - E + E$, iſt alſo poſitiv electriſirt.

§. 985. Das freye $\pm E$ des electriſirenden Körpers wird dadurch, daß es das $\mp E$ des ihm genäherten Leiters in ſeinem Wirkungskreiſe anzieht, natürlicherweiſe mehr gebunden, und bleibt nicht ſo ſenſibel als vorher. Das $+ E$ des Glascylinders iſt daher nicht ſo ſtark, wenn der Conductor der Maſchine ihm genähert iſt, als wenn dieſer entfernt iſt. Der Conductor der Maſchine erhält die ſtärkſte Electricität, wenn das Reibzeug nicht iſolirt iſt, weil dann das $+ E$ des Cylinders immer mehr $+ E$ aus der Erde zuführen kann. Das $- E$ des iſolirten Reibzeuges wird am größeſten, wenn der Conductor der Maſchine nicht iſolirt iſt, weil dann immer mehr $+ E$ durch den Conductor abgeführt werden kann.

§. 986. Je näher der leitende iſolirte oder nicht iſolirte Körper dem electriſirten kömmt, deſto ſtärker wird die Anziehung zwiſchen $\pm E$ des letztern und dem $\mp E$ des erſtern. Endlich durchbrechen beide entgegengeſetzte Electricitäten die Luft, ſie ſättigen ſich ganz mit einander, und es entſteht ein Funke, und Electricität durch Mittheilung, wenn der leitende Körper iſolirt iſt (§. 941.).

§. 987. Es laſſen ſich hieraus die oben (§. 955.) durch Verſuche gezeigten Erſcheinungen des wechſelſeitigen Anziehens und Zurückſtoßens leichter Körperchen, der Tanz papierner Puppen, das electriſche Klockenſpiel u. d. gl. leicht erklären. Kommen nämlich leichte bewegliche leitende Körper in den Wirkungskreis des electriſirten Körpers, ſo wird ihr entgegengeſetztes E, und ſie dadurch ſelbſt angezogen,

bis

bis ſie den electriſirten Körper berühren, und ſich alſo die entgegengeſetzte Electricität ſättiget. Sie empfangen nun natürlicherweiſe die gleichnamige Electricität des electriſirten Körpers, und werden dadurch wieder abgeſtoßen, wenn ſie iſolirt ſind, ſonſt aber nicht, weil dann ihre erhaltene gleichnamige Electricität aus der Erde und den leitenden Körpern immer die entgegengeſetzte anzieht, ſich damit ſättigt, folglich nie frey wird. Berührt aber der abgeſtoßene iſolirte Körper wieder einen andern leitenden, oder kömmt er gar in den Wirkungskreis eines mit entgegengeſetzter Electricität verſehenen, ſo wird ſeine erhaltene Electricität durch die entgegengeſetzte, und da er leicht und beweglich iſt, er ſelbſt angezogen, ſein freyes $\pm$ E ſättigt ſich mit der entgegengeſetzten, und er kann nun wieder von neuem angezogen werden u. ſ. f.

§. 988. Bey leitenden Spitzen erſtreckt ſich der Wirkungskreis viel weiter, als bey abgerundeten Körpern, und der Grund ſcheint mir nach Hrn. Gehler darin zu liegen, daß dabey die ganze Anziehung auf einen Punct geleitet und der freye Ausgang des $\pm$ E durch kein Zurückſtoßen der gleichartigen Electricität nahe liegender Puncte gehindert wird. Der Uebergang der Electricität erfolgt daher bey Spitzen durch Ueberſtrömen, bey runden und ſtumpfen Körpern durch einen Funken. — Bey iſolirten glatten Flächen, deren Ränder gehörig abgerundet ſind, erfolgt oft ſelbſt bey der Berührung kein Uebergang der Electricität durch Mittheilung. Wenn ſie in dieſem Falle gleich viel entgegengeſetzte Electricitäten haben, und ſich berühren, ſo zeigen ſich nach der Berührung keine Electricitäten, weil ſich das + E und — E

bin=

binden, wenn ſie in ihren wechſelſeitigen Wirkungskreis kommen; nach der Trennung aber zeigen ſie wieder ihre vorige Electricität, weil keine Sättigung und kein Uebergang erfolgt iſt. Der Pater Beccaria glaubte, daß ſie ihre Electricitäten in einander ablegten, und bey der Trennung wieder ergriffen. Man hat aber gar nicht nöthig, um dieſes Phänomen zu erklären, mit ihm eine eigene electricitatem vindicem deswegen anzunehmen.

Gehlers phyſ. Wörterb. Th. I. S. 744.

Die Kleiſtiſche Flaſche.

§. 989. Wenn man in ein Zuckerglas, das auswendig und inwendig, bis einige Zoll unter ſeinem Rande, mit Stanniol überzogen iſt, und das auf einem leitenden Tiſche ſteht, von dem Conductor der Maſchine ein Metalldrath bis auf den Boden des Glaſes herabhängt, und dann electriſirt, hierauf aber den äußern Ueberzug des Glaſes mit der einen Hand, das Drath, oder den Conductor der Maſchine, mit welchem der innere Ueberzug noch in leitender Verbindung iſt, mit der andern Hand anfaßt, ſo entſteht nicht allein ein ſehr lebhafter, mit einem Gepraſſel hervorbrechender Funke, ſondern man empfindet auch eine Erſchütterung in den Gelenken beider Arme. Einen ganz ähnlichen Erfolg hat es, wenn man das Glas nach dem Electriſiren von der Maſchine abnimmt, und beide Ueberzüge zugleich berührt.

§. 990. Dieſer merkwürdige Verſuch heißt der Kleiſtiſche oder Leidenſche Verſuch, weil ihn Hr. von Kleiſt zuerſt 1745, und nachher Cunäus zu Leiden anſtellte. Allemand und Muſchenbroek mach-

machten ihn daſelbſt ebenfalls (1746) nach, und daher heißt er auch der Muſchenbroekſche Verſuch. Sonſt wird er wegen ſeiner Wirkung auch der Erſchütterungsverſuch genannt. Die dazu vorgerichtete Flaſche heißt die Leidner-, oder die Kleiſtiſche, oder die Erſchütterungsflaſche; und die Electricität, welche ſie hat, die verſtärkte Electricität.

§. 991. Anfangs nahm man dazu eine gläſerne Flaſche, die man etwa bis zur Hälfte mit Waſſer füllte, und mit einem Korke verſtopfte, durch welchen ein Metalldrath bis ins Waſſer der Flaſche ging. Man electriſirte dieſen Drath durch Mittheilung, während daß man die Flaſche in der Hand hielt, oder in anderes Waſſer etwa zur Hälfte einſetzte, in welches die Perſon, welche den Verſuch anſtellen wollte, ein Drath ſteckte. Man fand nachher, daß jede andere gut leitende Subſtanz die Stelle des Waſſers in der Flaſche vertreten könne, als Queckſilber, Eiſenfeile, u. d. gl. und endlich ſahe man ein, daß dazu ein leitender Ueberzug der äußern und innern Fläche des Glaſes bis einige Zolle unter dem Rande deſſelbigen hinreichend ſey, und alles leiſte, und daß es auf die Figur des Glaſes nicht ankomme, ſondern daß auch eine Glastafel ſelbſt dazu vorgerichtet werden könne.

Die electriſirte Weinflaſche.
Das electriſirte Trinkwaſſer.

§. 992. Dieſer Ueberzug des Glaſes heißt die Belegung, und das damit verſehene Glas die belegte Flaſche oder die belegte Glastafel. Man wählt zu dieſen Belegungen dünne Metallblätter, die aber nicht durchlöchert ſeyn müſſen; gewöhnlich

Stan-

Stanniol, den man mit Hauſenblaſe oder Gummiwaſſer aufklebt. Man muß hervorragende Ränder ſo viel als möglich verhüten, und alles recht ebenen und glatt machen. Der Rand der Flaſche oder der Glastafel muß allemal auf beiden Seiten, bey größern wenigſtens mehrere Zolle, frey und unbelegt bleiben.

§. 993. Statt des Glaſes kann jeder andere nichtleitende Körper dienen, wenn er nur nicht zu dick iſt, ſeine beide gegen einander überliegende Flächen mit leitender Materie belegt, und die Ränder dieſer Belegung einander nicht zu nahe ſind.

Ladung einer belegten Luftſchicht.
Adams Verſ. über die Electricität S. 121. ff.

§. 994. Die eine Belegung der Flaſche oder der Glastafel wird am beſten durch Mittheilung electriſirt; die andere Belegung muß aber nicht iſolirt, ſondern mit andern leitenden Materien in Verbindung ſeyn, wenigſtens muß ſie zu wiederholtenmalen mit einer leitenden Subſtanz berührt werden, wenn die in ihre aufzunehmende Electricität ſtark werden ſoll; iſt dieſe andere Belegung ganz iſolirt, ſo wird die Flaſche oder die Glastafel gar nicht geladen werden. Am ſchnellſten geſchiehet die Electriſirung der Kleiſtiſchen Flaſche dadurch, daß man die eine Belegung mit dem iſolirten Reibzeuge, die andere mit dem Conductor der Maſchine in leitende Verbindung ſetzt.

§. 995. Die Kleiſtiſche Flaſche oder die Glastafel heißt in dem Zuſtande, daß ſie den Erſchütterungsfunken giebt, geladen, und ihre Entladung geſchiehet, wenn man die innere und äußere Belegung

gung durch leitende Materie in Verbindung ſetzt. Wenn ſich mehrere Perſonen zuſammen anfaſſen, und der erſte die äußere Belegung, oder eine daran befeſtigte Kette hält, der letztere aber die innere Belegung, oder den damit verbundenen Leiter berührt, ſo bekommen ſie alle die Erſchütterung. Bey einer ſchwachen Ladung der Flaſche, und wenn der Perſonen, die ſich anfaſſen, ſehr viele ſind, (oder der Erſchütterungskreis ſehr groß iſt,) und zumal auf feuchtem Boden ſtehen, empfinden aber auch oft nur wenige, die an den beiden Enden ſtehen, die Erſchütterung.

Das Frankliniſche Zaubergemälde, der Hochverrath, und die Verſchwörung.

Die electriſche Thüre.

§. 996. Die Geſchwindigkeit der Electricität bey dem Entladen der Flaſche iſt erſtaunend groß. — Wenn die leitende Subſtanz, durch welche der Erſchütterungsfunke gehen ſoll, nicht ganz zuſammenhängend iſt, ſondern aus mehrern an einander ſtehenden, ſich nicht berührenden, leitenden, Körpern beſteht, ſo entſtehen zwiſchen dieſer Unterbrechung Funken. —

§. 997. Wird die Flaſche überladen, ſo entladet ſie ſich auch von ſelbſt, und manchmal wird dadurch auch das Glas zerſchmettert. Die Stärke der Ladung hängt übrigens von der Größe der Belegung ab. Sonſt ändern aber auch zufällige Umſtände die Stärke der Ladung ſehr ab; wie z. B. die mehr oder weniger iſolirende Eigenſchaft des Glaſes, die von ſeiner größern oder geringern Dicke, von ſeiner Reinigkeit, und auch von ſeiner Temperatur abhängt;

meh-

mehrere oder mindere Trockenheit der Luft, die Continuität der Belegungen, und ihre verſchiedene glatte Oberfläche. Bey gleicher Leitungskraft nimmt übrigens der Erſchütterungsfunke in der Entladung allemal den kürzeſten Weg.

Der Auslader.
Cavallo a. a. O. S. 129.

Henly's allgemeiner Auslader.
Cavallo a. a. O. S. 127.

§. 998. Der leitende Körper, durch welchen der Erſchütterungsfunke oder der Schlag geht, wird nicht electriſirt, wenn er auch iſolirt iſt.

§. 999. Nach der erſten Entladung zeigt die Flaſche noch einen geringen Erſchütterungsfunken, wenn man beide Belegungen zuſammen berührt.

§. 1000. Wenn die geladene Flaſche oder belegte Tafel vollkommen iſolirt iſt; ſo zeigt keine Belegung einzeln einen Funken, wenn man ſie berührt. Bey einer trockenen Luft verliert ſie auch in langer Zeit ihre Electricität nicht. Sie behält ſogar ihre Ladung, wenn man die dazu eingerichteten beweglichen Belegungen einzeln durch iſolirte Körper trennt; und zeigt ſie wieder, wenn man dieſe oder andere wieder anbringt, und gehörig durch leitende Mittel in Vereinigung ſetzt. Iſt die äußere Belegung nicht iſolirt, ſo kann man zu wiederholtenmalen aus der innern Belegung der geladenen Flaſche Funken ziehen.

§. 1001. Wenn man ein gekrümmtes und an beiden Enden zugeſpitztes Drath der innern und äußern Belegung zugleich entgegen hält, ſo wird die Kleiſtiſche geladene Flaſche, oder die belegte Glastafel, ohne den Erſchütterungsfunken entladen, und vielmehr mit einem ziſchenden Ueberſtrömen. Hat man die

Flaſche durch den Conductor der Glasmaſchine geladen, ſo zeigt ſich an der Spitze des Drathes, die der innern Belegung zugekehrt iſt, ein leuchtender Stern, wie bey der poſitiven Electricität (§ 971. 972.), an der der äußern Belegung zugekehrten Spitze aber ein Feuerbüſchel, wie bey der negativen Electricität.

§. 1002. Man findet ferner allemal, daß die äußere Belegung der geladenen Kleiſtiſchen Flaſche die entgegengeſetzte Electricität der innern Belegung, oder daß ſie — E hat, wenn die innere + E beſitzt, und umgekehrt. Zwiſchen einem mit der äußern Belegung in leitende Verbindung gebrachten leitenden Körper, und einem mit der innern Belegung verbunden Leiter, ſpielt ein leicht beweglicher iſolirter Körper hin und her, und entladet dadurch die Flaſche allmälig.

Auf dieſe Art leitet ein electriſches Klockenſpiel eine beträchtliche Zeitlang.

§. 1003. Wenn man eine Kleiſtiſche Flaſche iſolirt, und ihre äußere Belegung mit der innern Belegung einer andern, die nicht iſolirt iſt, in leitende Verbindung ſetzt, und dann ihre innere Belegung electriſirt, ſo werden beide Flaſchen geladen, und zwar mit ähnlichen Electricitäten. Auf dieſe Art kann man auch mehrere Flaſchen durch einander laden.

§. 1004. Mann kann endlich auch mehrere Flaſchen, deren innere Belegungen unter einander in leitender Verbindung ſind, ſo wie ihre äußern, durch den Conductor der Maſchine laden, da dann natürlicherweiſe bey der Entladung aller dieſer Flaſchen auf einmal auch der Funke, das Geräuſch und

der

der Knall, mit welchem er hervorbricht, und die Kraft, die er äußert, um ſo beträchtlich größer wird, als die Größe der Belegung bey übrigens gleichen Umſtänden zunimmt. Die auf dieſe Art verbundene Flaſchen machen die ſogenannte electriſche Batterie aus.

Cavallo a. a. O. S. 128.

§. 1005. Der aus ſolchen geladenen Flaſchen hervorbrechende Funke kann vermögend ſeyn, ſchwerflüſſige Metalle augenblicklich zu ſchmelzen, Thiere zu tödten, mehrere Kartenblätter zu durchlöchern, Glasſcheiben zu zerbrechen, Baumwolle und Schießpulver anzuzünden, Eyer zu zertrümmern, Gold zu verkalken und ins Glas einzuſchlagen, ſonſt aber auch Kalke der Metalle wiederherzuſtellen.

§. 1006. Alle dieſe bisher vorgetragene Wirkungen und Erſcheinungen der Kleiſtiſchen Flaſche, ihre Ladung und Entladung, laſſen ſich aus den oben angeführten Geſetzen der Electricität (§. 964 966. 978.), und aus dem Satze, daß dünne Nichtleiter die Vertheilung der Electricität nicht, wohl aber ihre Mittheilung und Uebergang, aufhalten (§. 980.), leicht erklären. Wird nämlich die innere Belegung durch Mittheilung electriſirt, z. B. + E, ſo ſtößt die dem Glaſe zugeführte Electricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und bindet die ungleichnamige oder das — E. Iſt die äußere Belegung iſolirt, ſo kann ſie ihr abgeſtoßenes + E nicht fahren laſſen, und ihr — E wird nicht frey, folglich kann auch die innere Belegung kein + E erhalten, und die Flaſche kann alſo nicht geladen werden (§. 994.). Berührt man aber die äußere iſolirte Bele-

gung, während daß der innern + E zugeführt wird, mit dem Finger, ſo erhält man einen Funken, indem nun das abgeſtoßene + E ſich mit — E aus dem Finger ſättigen kann. Iſt die äußere Belegung nicht iſolirt, ſo kann dies + E ſtets abgeführt, und die Flaſche völlig geladen werden. Die geladene Flaſche zeigt nun, wenn ſie völlig iſolirt iſt, bey der Berührung ihrer einzelnen Belegung keine Funken, weil das + E der einen Seite durch das Glas hindurch hindert, daß das — E der andern Seite ſich nicht mit neuem + E aus dem berührenden Leiter ſättigen kann, und auch das — E der einen Seite nicht zuläßt, daß das + E der andern Seite friſches — E ſättige. Bringt man aber beide Belegungen in leitende Verbindung, ſo fällt dieſe Urſach weg, und beide entgegengeſetzte Electricitäten ſättigen ſich nun durch wirklichen Uebergang, da ſie ſich vorher nur banden, und es entſteht der Erſchütterungsfunken. Zugleich erhellet aber auch hieraus, warum dieſer dem iſolirten Leiter, durch welchen er geht, keine Electricität ertheilt (§. 998.). Eben ſo läßt ſich auch daraus einſehen, warum man nach §. 1003 eine Flaſche durch die Belegung einer andern electriſiren kann. Die Electricitäten haften eben ſo gut auf der Fläche des Glaſes ſelbſt, ſo wie in der Belegung, und daher zeigt auch das Glas, von der iſolirten Belegung durch iſolirende Körper getrennt, und mit neuer Belegung verſehn, noch die Ladung (§. 1000.).

Der Electrophor.

§. 1007. Wenn man einen dünnen, glatten und ebenen Harzkuchen, der in einer metallenen Schüſſel liegt, mit einem Katzenfelle reibt, und dann ein run-

des

des Brett, das mit Stanniol überzogen, und im Durchmeſſer kleiner iſt, als der Kuchen, vermittelſt ſeidener Schnüre auf den geriebenen Kuchen ſetzt, und dann mit dem Finger berührt, ſo entſteht ein kleiner Funke, und hebt man dann den Kuchen an den ſeidenen Schnüren wieder iſolirt in die Höhe, und berührt ihn dann wieder, ſo erhält man wieder einen Funken, und dies kann man ſehr lange Zeit immer wiederholen.

§. 1008. Dieſe Vorrichtung heißt ein **Electrophor** oder **beſtändiger Electricitätsträger** (electrophorus perpetuus), den Hr. **Volta** zuerſt 1775 bekannt machte, Hr. **Wilke** aber ſchon 1762 unter einer etwas andern Geſtalt erfunden hat. Die weſentlichen Theile des Electrophors ſind 1) der **Kuchen**; 2) die **Form**, oder der **Teller**, oder die **Schüſſel**; 3) der **Deckel**. Die beiden erſtern zuſammen heißen auch die **Baſis**

Volta, in den *Scelta di opuſcoli intereſſanti* T. IX. S. 91. und T. X. 37. Lettre de Mr. *Alex. Volta* ſur l'electrophore perpetuelle de ſon invention, in *Rozier obſervations ſur la phyſ.* T. VII. S. 21. ff.

Wilke von den entgegengeſetzten Electricitäten; in den ſchwed. Abh. B. XXIII. S. 271. ff.

Ingenhouſz Anfangsgründe der Electricität, hauptſächlich in Beziehung auf den Electrophor; in ſeinen vermiſchten Schriften B. I. S. 1. ff.

§. 1009 Der **Kuchen** des Electrophors kann eine jede nichtleitende Platte ſeyn, z. B. Glas, Pech, Siegellack, in welchen die Electricität durch Reiben mit ſchicklichen Materien urſprünglich erregt werden kann, nur muß ſie nicht zu dick ſeyn. Am gewöhnlichſten nimmt man dazu harzigte Materien, und das gemeine weiße Pech dient recht gut, wenn man

es

es durch etwas zugeſetzten Terpenthin in der Sprödigkeit vermindert hat.

§. 1010. Man gießt das gleichförmige gefloſſene Harz in die Form, die aus einer leitenden Maſſe beſtehen muß, und aus einer runden entweder metallenen, z. B. meſſingenen, oder auch hölzernen mit Stanniol auf beiden Seiten gehörig belegten Scheibe mit einem aufwärts gebogenen, inwendig $2\frac{1}{2}$ Linie hohen, Rande gemacht wird. Der Rand und die Ecken des Tellers müſſen wohl abgerundet ſeyn. Man gießt ſo viel geſchmolzenes Harz hinein, daß es mit dem Rande gleich hoch ſteht; dieſer aber doch unbedeckt bleibt. Die Oberfläche des Kuchens muß vollkommen glatt, ohne Blaſen und Riſſe, und ohne Vermengung mit leitenden Materien ſeyn, und ſeine untere Fläche muß die obere leitende Fläche der Form oder des Tellers allenthalben genau berühren.

§. 1011. Der Deckel, den man auch wol wegen der Geſtalt, die ihm einige gaben, die **Trommel**, ſonſt aber auch den **Conductor** nennt, muß 1) aus einer ſtark leitenden Subſtanz beſtehen. Man nimmt dazu entweder eine zinnerne, oder auch eine hölzerne, gehörig abgerundete, und mit Stanniol überlegte, runde Scheibe, deren Durchmeſſer nach der Größe des Kuchens mehrere Zolle kleiner iſt, als der des Kuchens. Um ihn 2) iſolirt auf den Kuchen zu ſetzen oder davon abnehmen zu können, dienen ſeidene Schnüre von hinreichender Länge, die man an ſeinem Rande oder in der Fläche ſelbſt befeſtigt hat, oder auch ein in deſſelben Mitte angekütteter gläſerner Handgriff.

§. 1012.

§. 1012. Man erregt die Electricität des Kuchens am beſten, wenn man ihn erſt etwas etwas weniges erwärmt, und dann mit einem trockenen warmen Katzenfelle oder Fuchsſchwanze peitſcht, und zwar wird dieſe Electricität am größeſten, wenn die Form nicht iſolirt iſt. Wenn ſie alſo auf einem mit Wachstuch beſchlagenen, oder ſonſt nicht gut leitenden Tiſche ſteht, ſo muß man noch eine metallene Kette vom Rand der Form herab hängen laſſen.

§. 1013. Wenn man den Deckel auf den geriebenen Harzkuchen vermittelſt der ſeidenen Schnüre aufſetzt, und dann mit dem Finger berührt, ſo erhält man einen kleinen Funken.

§. 1014. Ein mit dem Deckel in leitender Verbindung ſtehendes Electrometer zeigt Electricität, wenn man den Deckel iſolirt auf den Kuchen ſetzt, und hat —E, wenn der Kuchen —E hatte; immer die gleichnamige des Kuchens.

§. 1015. Nach dem Berühren des iſolirt aufgeſetzten Deckels mit dem Finger zeigt das Electrometer keine Electricität an, und es iſt nach dem Ausbruch des Funkens keine Electricität im Deckel weiter zu ſpüren.

§. 1016. Hebt man den Deckel unberührt und iſolirt wieder in die Höhe, ſo zeigt das Electrometer keine Electricität weiter an, wenn der Deckel gehörig weit vom Kuchen entfernt wird, und giebt keinen Funken bey der Berührung mit dem Finger, den er auf dem Kuchen liegend ſogleich giebt.

§. 1017. Berührt man mit einem Finger die nicht iſolirte Form des Kuchens, und mit dem andern den iſolirt darauf gelegten Deckel, ſo erhält man

man einen Erſchütterungsfunken, und dann iſt alles wieder todt.

§. 1018. Wenn man aber den Deckel, der nach dem Berühren auf dem Kuchen keine Electricität weiter zeigt an den ſeidenen Schnüren in die Höhe zieht, ſo zeigt das Electrometer gleich wieder Electricität. Man erhält beym abermaligen Berühren in der Höhe einen ſtechenden Funken, und zwar ſtärker, wenn man den Deckel vorher nach §. 1017., als nach §. 1013. berührt hat.

§. 1019. Das Electrometer zeigt in dem berührten und iſolirt aufgehobenen Deckel + E, wenn der Kuchen — E hatte; immer die entgegengeſetzte Electricität des Kuchens.

§. 1020. Wenn der Deckel nach dem Berühren auf dem Kuchen iſolirt in die Höhe gehoben, und ohne in der Höhe berührt worden zu ſeyn, wieder auf den Kuchen gelegt wird, ſo bleibt kein Zeichen der Electricität, während daß der Deckel auf dem Kuchen liegt; ſie zeigt ſich aber ſogleich, wenn der Deckel wieder iſolirt in die Höhe gehoben wird.

§. 1021. Wenn die Baſis iſolirt iſt, ſo erhält man einen ſtechenden Funken, wenn man den auf den Kuchen iſolirt gelegten Deckel berührt, der aber nicht ſo ſtark iſt, als wenn die Baſis nicht iſolirt iſt (§. 1013.), ſonſt aber ebenfalls einen Erſchütterungsfunken, wenn man die Form und den Kuchen zugleich berührt.

§. 1022. Wenn man in dieſen Fällen den Deckel iſolirt in die Höhe hebt, ſo iſt er electriſirt, wie §. 1018.; zugleich iſt es aber auch die Form, und zwar iſt ſie gleichartig mit der Electricität des Kuchens; alſo — E, wenn der Kuchen — E hatte.

§. 1023.

§. 1023. Läßt man den in der Höhe berührten Deckel zum andernmale auf die iſolirte Baſis, nachdem man das erſteremal Form und Deckel zugleich berührt hatte, ſo iſt bey der zweyten ähnlichen Berührung der Erſchütterungsfunke nur ſchwach, oder gar nicht da.

§. 1024. Man kann den Electrophor als eine Electriſirmaſchine brauchen, und die nöthigſten electriſchen Verſuche mit ihm anſtellen, da die Electricität ſeines Kuchens eine lange Zeit dauert, wenn man ihn vor Feuchtigkeit bewahrt. Man kann mit dem Deckel, wenn man ihn nach dem Berühren und Aufziehen dem Knopfe einer Leidner Flaſche nähert, dieſe nach und nach laden, indem man ihre äußere Belegung mit leitender Materie verbindet, oder auch in der Hand hält; auch auf die entgegengeſetzte Art laden, indem man ſie an dem Knopf faßt, und die Funken aus dem Deckel in ihre äußere Belegung ſchlagen läßt.

§. 1025. Durch eine geladene Flaſche kann man nun auch die Electricität des Electrophors ſelbſt verſtärken; wenn er nämlich mehr — E haben ſoll, ſo ſtellt man die auf der innern Seite + E geladene Flaſche auf den Kuchen, und führt ſie, indem man ſie bey dem Knopfe faßt, auf dem Kuchen hin und her; ſoll er + E ſtärker erhalten, ſo führt man den Knopf der Flaſche auf ihm herum, während daß man ſie bey ihrer äußern Belegung anfaßt.

§. 1026. Die Erſcheinungen des Electrophors (§. 1013. — 1022.) laſſen ſich ſämmtlich ſehr glücklich aus electriſchen Wirkungskreiſen erklären, und dienen auch zugleich, um die angeführten Geſetze der Electricität ins Licht zu ſetzen. Jeder geriebene Electrophor

phor iſt mit ſeinem darauf liegenden Deckel als eine geladene und belegte Leidner Flaſche oder Glastafel anzuſehen, und verhält ſich auch wie dieſe. Alles läßt ſich dabey auf folgende Art nach Hrn. Lichtenberg aus den Wirkungen der ſich entgegengeſetzten Electricitäten ohne Schwierigkeit folgern.

§. 1027. Wird nämlich der Harzkuchen gerieben, ſo wird ſein natürliches — E auf der obern Seite frey, und da dünne Nichtleiter der Vertheilung der Electricität nicht widerſtehen (§. 980.), ſo bindet dies — E gleichviel + E auf der andern Fläche des Kuchens, und ſtößt das — E dieſer Seite aus. Iſt die Baſis nicht iſolirt, ſo geht dies — E frey aus, oder ſättiget ſich aus den leitenden Körpern mit andern + E. Setzt man den iſolirten Deckel auf den Kuchen, ſo bindet das — E der obern Seite des letztern das + E des Deckels, ſobald er in ſeinen Wirkungskreis kommt, und das — E des Deckels wird frey und nach der obern Seite zu ausgeſtoßen. Daher zeigt nun der Deckel, während daß er auf dem Kuchen liegt, auf der obern Seite — E (§. 1014.). Berührt man ihn hier mit dem Finger, ſo ſättigt ſich dies freye — E mit + E aus demſelbigen und es entſteht ein Funke (§. 1013.); nun ſcheint aber alles wieder todt (§. 1015.). Hebt man aber den Deckel nach dieſem Berühren an ſeinen Schnüren in die Höhe, ſo wird das + E der untern Seite deſſelben, das vorher durch das — E des Kuchens gebunden war, wieder frey, wenn es außer den Wirkungskreis des Kuchens kömmt, und der Deckel hat jetzt eigentlich + E — E + E = + E, iſt alſo poſitiv electriſirt (§. 1019.), und giebt beym Berühren mit dem Finger einen Funken (§. 1018.), oder

ſein

ſein freyes + E ſättigt ſich mit — E aus dem Finger. Legt man den Deckel, ohne ihn in der Höhe berührt zu haben, wieder auf den Kuchen, ſo bindet das — E des letztern das + E des erſtern, und es iſt keine Electricität weiter zu ſpüren. Die Electricität entſteht beym Electrophor nicht durch Uebergang, ſondern durch Vertheilung, und es läßt ſich auch darnach das Perpetuelle deſſelben leicht einſehen.

§. 1028. Wenn die Baſis iſolirt iſt, ſo kann das + E der Form nicht abgeführt werden. Denn, wenn die obere Seite des Kuchens — E hat, ſo bindet dies gleich viel + E der untern Seite; dies + wirkt aber auch zugleich auf die innere Seite der Form und ſtößt das + derſelbigen ab, und zieht das — E an. Iſt aber die Baſis iſolirt, ſo kann das + E der Form nicht frey oder abgeführt werden. Wird der Deckel auf den Kuchen gelegt, ſo kann das nicht ganz freye — E des Kuchens nicht ſo viel + E des Deckels binden, folglich nicht ſo viel — E frey machen, und daher iſt bey der Berührung des Deckels der Funke nur ſchwach. Wenn aber Form und Deckel zugleich berührt werden, ſo iſt der Fall anders, denn nun kann die Form ihr + E ſogleich entlaſſen, und alſo kann das — E des Kuchens nun freyer wirken, und es entſteht der Erſchütterungsfunken (§. 1021.), indem ſich das aus der Form abgeführte + E mit dem freyen — E der obern Seite des Deckels ſättiget. — Wenn aber auch die Baſis nicht iſolirt iſt, ſo entſteht doch der Erſchütterungsfunke (§. 1017.), wenn man Deckel und Form zugleich berührt, eben weil die Form ihr + E entläßt, indem die obere Seite des Kuchens durch das + E des Deckels beſchäfftigt wird.

§. 1029.

§. 1029. Aus dieſen Erſcheinungen des Electrophors läßt ſich auch die Urſach einſehen, warum eine jede losgeſchlagene Leidner Flaſche noch einen Funken giebt, wenn man ſie zum zweytenmale berührt, indem ſie jetzt wirklich einen geladenen Electrophor vorſtellt.

Die Glastafel mit beweglichen Belegungen.

Volta's Condenſator der Electricität, Cavallo's Collector.

§. 1030. Auf die Lehre von den electriſchen Wirkungskreiſen gründet ſich auch noch der Condenſator der Electricität, eine Erfindung des Hrn. Volta, und ein ſehr wichtiger Beytrag zum electriſchen Apparat. Er iſt dem Electrophor ähnlich, nur daß er nicht wie dieſer aus einer iſolirenden, ſondern aus einer halbleitenden oder ſchlechtleitenden Platte beſteht, auf welche der wohl abgerundete Deckel von Metall vermittelſt ſeidener Schnüre gelegt wird.

Volta, in den *philoſ. Tranſact. Vol. LXXII. P. I.*

§. 1031. Man macht dieſe Platte aus trocknem und reinem Marmor oder Alabaſter, oder auch aus Holz mit Siegellack oder Firniß dünne überzogen, u. d. gl. halbleitender Materie. Der Deckel muß ganz genau an die Platte anſchließen. Man kann auch eine Metallplatte mit Taffent auf ihrer untern Seite überziehen, ſeidene Schnüre daran befeſtigen, und ſie dann ſo ohne untere Platte brauchen, wenn man ſie auf einen Tiſch, Stuhl, Buch, u. d. gl. legt.

§. 1032. Vermittelſt dieſes Condenſators kann man äußerſt ſchwache Electricitäten, die ſonſt nicht be-

bemerkbar ſeyn, oder welche ſchnell und leicht verſchwinden würden, merklich machen und ſammlen, und er verdient daher auch den Namen eines Mikroelectroſkops oder Mikroelectrometers.

§. 1033. Die Wirkung des Condenſators beruhet darauf, daß in einem electriſirten Körper, wenn er in den Wirkungskreis eines andern mit ſeiner natürlichen Electricität verſehenen Körpers kömmt, ein Theil ſeines ± E durch das ∓ E des andern mehr gebunden, oder in der Intenſität vermindert, und er folglich fähig wird, mehr ± E von wo anders her anzunehmen, oder ſeine Capacität vermehrt wird. Dieſe Capacität wird bey der Berührung am größeſten, wenn nur dabey die wirkliche Mittheilung oder der Uebergang der Electricität verhütet wird, welches man erhält, wenn man den Körper ohne alle ſcharfe Ecken und Spitzen ſo glatt als möglich macht.

§. 1034. Wird alſo dem Deckel des Condenſators Electricität zugeführt, z. B. + E, ſo bindet die Baſis durch ihr natürliches — E das + E des Deckels, die Intenſität deſſelbigen wird vermindert, und die Capacität wächſt, und ſo kann ſich immer mehr und mehr von der zugeführten Electricität ſammlen, die unbemerkbar iſt, ſo lange der Deckel auf der Baſis ruhet, aber ſich ſogleich zeigt, wenn man ihn an den ſeidenen Schnüren hinlänglich davon entfernt.

§. 1035. Um hierbey den wirklichen Uebergang der dem Deckel zugeführten Electricität in die Baſis zu verhüten, wählt man eben zur letztern einen unvollkommenen oder Halbleiter, der dieſem Uebergange der Electricitäten ſtark widerſteht. Eine völlig

lig iſolirende oder nichtleitende Baſis würde nicht dienen, weil ſie der Vertheilung der electriſchen Atmoſphäre zu ſehr widerſteht, und folglich die Capacität des darauf liegenden Deckels nicht vermehrt wird. Ein dünner iſolirter Condenſator iſt daher ebenfalls auch unwirkſam.

§. 1036. Durch den Condenſator hat man entdeckt, daß bey verſchiedenen Zerſtörungen oder neuen Zuſammenſetzungen von Körperarten, wobey Wärmeſtoff wirkſam iſt, ſich Electricität entwickele, als bey der Ausdünſtung des Waſſers + E, beym Verbrennen der Kohlen, bey der Erzeugung brennbarer und Salpeterluft, bey der Erhitzung des menſchlichen Körpers durch Bewegung, u. d. gl. m. Iſt die Electricität eines Körpers, den man unterſucht, ſo ſchwach, daß der Condenſator nur ſchwache Spuren davon zeigt; ſo kann man ſie nach Hrn. Cavallo dadurch merklicher machen, daß man ſie von dem größern Deckel an einen zweyten kleinern Condenſator verſetzt, und ſie ſolchergeſtalt noch mehr condenſirt.

§. 1037. Gegen dieſen Volta'ſchen Condenſator hat Hr. Cavallo den freylich gegründeten Einwurf gemacht, daß durch die Operation mit demſelben Electricität urſprünglich erregt, oder die Baſis electrophoriſch werden kann, wodurch dann allerdings die damit erhaltenen Reſultate trügeriſch ausfallen müſſen. Allein Hr. HR. Lichtenberg hat dieſen Fehler durch folgende ſinnreiche Einrichtung deſſelben völlig gehoben. Auf eine Metallplatte, wozu die äußere Seite jedes flachen zinnernen Tellers gebraucht werden kann, werden 3 Stückchen Scheibenglas, ſo klein als man ſie nur erhalten kann, etwa in der

Grö-

Größe des Buchſtabens o, in einen ohngefähr gleichſeitigen Triangel gelegt. Auf dieſe 3 Glaspuncte wird nun der Teller des Condenſators geſetzt, der ſonſt die metallene Unterlage nicht weiter berühren muß. Auf dieſe Art wird bloß eine dünne Luftſchicht zwiſchen zwey Leitern erhalten, und dadurch der Zweck der Einrichtung des Condenſators völlig erreicht, dabey aber der Fehler der gewöhnlichen Einrichtung vermieden. Es iſt gut, die Platten vor jedesmaligem Gebrauch zu erwärmen.

Erxlebens Naturlehre, von Hr. Lichtenberg. 5. Aufl. S. 489. f.

§. 1038. Hiemit kömmt auch der vom Hr. Cavallo vorgeſchlagene Electricitätsſammler oder Collector überein, der im Grunde der Lichtenbergiſche Condenſator mit doppelter Luftſchicht iſt. Er beſteht aus einer Zinnplatte, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an deren kürzere Seitenränder zwey zinnerne Röhren, die an beiden Enden offen ſind, angelöthet ſind. In ein hölzernes Fußgeſtelle ſind zwey gläſerne, mit Siegellack überzogene, Glasfüße eingeküttet; ihre obere Enden ſind in die untern Oeffnungen der zinnernen Röhren eingeküttet, ſo daß die Zinnplatte durch die Glasröhren vertical getragen wird, und völlig iſolirt iſt. An das hölzerne Bodenſtück, das die Zinnplatte trägt, iſt auf beiden Seiten ein hölzerner Rahm mit Hülfe eines Charniers befeſtigt, ſo daß dieſe Rahmen entweder mit der Platte parallel geſtellt, oder horizontal niedergelegt werden können. Ueber die innere Seite dieſer Rahmen iſt von der Mitte ihrer Höhe Goldpapier ausgeſpannt, das noch wirkſamer mit dünnem Stanniol überzogen werden kann. Wenn die Rahmen vertical ſtehen, ſo berühren ſie die Zinnplat-

platte nicht, ſondern ſind etwa $\frac{1}{5}$ Zoll davon ab. Sie ſind auch etwas ſchmäler, als die Zinnplatte, um die zinnernen Röhren nicht zu berühren. Vermittelſt eines oben angebrachten kleinen Bretts mit einer Klammer können die Rahmen im verticalen Stande feſt erhalten werden.

Beſchreibung eines neuen electriſchen Inſtruments, um eine zerſtreute und wenig verdichtete Quantität der Electricität zu ſammlen, von Hr. **Tiberius Cavallo**; aus den *philoſ. Tranſ. Vol. LXXVIII.* S. 255. überſ. im Journal der Phyſ. B. I. S. 275. ff.

§. 1039. Wenn das Inſtrument gebraucht werden ſoll, ſo ſtellt man es auf einen Tiſch, in ein Fenſter, oder an einen andern bequemen Ort. Man ſtellt ein Flaſchenelectrometer daneben, welches durch ein Eiſendrath mit einer von den zinnernen Rohren in leitender Verbindung iſt. Man veranſtaltet eine andere leitende Verbindung zwiſchen der Zinnplatte und der electriſirten Subſtanz, deren Electricität man in der Zinnplatte ſammlen will. Um z. B. die Electricität des Regens oder der Luft zu ſammlen, ſtellt man das Inſtrument nahe an ein Fenſter, und ſteckt das eine Ende eines langen Draths in die Oeffnung der zinnernen Röhre, und läßt das andere Ende aus dem Fenſter in die Luft hervorragen. Durch die nahe Nachbarſchaft der leitenden Subſtanz der Rahmen wird die Intenſität der der Zinnplatte zugeführten Electricität geſchwächt, folglich die Capacität der Zinnplatte dadurch vermehrt, ohne daß ein wirklicher Uebergang der Electricität aus der Zinnplatte in die leitende Fläche der Rahmen erfolgen könnte. Werden nun die Rahmen horizontal niedergelegt, und ſo von der Zinnplatte entfernt, ſo wird die in der letztern vorher inſenſibel gemachte

Ele=

Electricität jetzt frey, und die Kügelchen des Flaſchen-electrometers divergiren. Durch eine an das letztere genäherte geriebene Siegellackſtange kann dann die Natur der geſammleten Electricität leicht erforſcht werden. — Eine zu ſchwache Electricität kann man dadurch bemerklich machen, daß man ſie aus dem größern Collector an einen kleinern verſetzt.

Einige andere Erſcheinungen der Electricität.

§. 1040. Die Electricität läßt ſich auch im luftleeren Raume erregen, und eine kleine Electriſirmaſchine unter der Klocke der Luftpumpe angebracht, liefert electriſche Erſcheinungen.

§. 1041. Die verdünnte Luft iſolirt aber nicht mehr, ſondern leitet ſehr ſtark, und das electriſche Licht breitet ſich darin ungemein weit aus, und giebt im Dunkeln einen ſehr hellen Glanz. Wenn man daher eine gläſerne Kugel, die von Luft leer gepumpt iſt, zum Reiber der Maſchine nimmt, ſo erſcheint ſie im Dunkeln ganz mit Licht erfüllt. Das Leuchten der Barometer iſt ebenfalls daher zu leiten.

§. 1042. Wenn man eine gläſerne Klocke, die oben mit einem metallenen Knopf verſehen iſt, der mit mehrern Spitzen in die Klocke hinabſteigt, auf einem beweglichen Teller der Luftpumpe luftdicht aufkittet, dann die Luft darin verdünnt, und einen Funken in den Knopf der Klocke ſchlagen läßt, ſo breitet ſich das electriſche Licht in den ganzen Raum der Klocke aus. Dies electriſche Licht zeigt ſich auch, wenn man die Wand der Klocke an den Knopf des

electriſirten Conductors der Maſchine hält, und zwar entſtehn anfangs helle Blitze, bis zuletzt alles mit Licht erfüllt iſt.

§. 1043. Sonſt äußert die electriſche Materie noch andere Wirkungen des Feuers; ſie entzündet leicht entzündliche Körper, wie z. B. Weingeiſt, Aether, brennbare Luft, Harzſtaub, Schießpulver, und zwar geſchieht dieſe Entzündung ſowol durch negative als poſitive Electricität; ſie ſchmelzt Metalle und verkalkt ſie. Nur eigentliche Wärme kann man bey dem electriſchen Lichte nicht durchs Gefühl oder durchs Thermometer wahrnehmen. Endlich führe ich hier noch an, daß man gefunden hat, daß der wiederholte Durchgang des electriſchen Funkens durch ein Gemiſch von phlogiſtiſirter und dephlogiſtiſirter Luft **Salpeterſäure** hervorgebracht hat. Man hat zwar die Erzeugung dieſer Säure bey dieſen Verſuchen lediglich der Zerſetzung der Luftarten zugeſchrieben; allein mir ſcheint hierbey die electriſche Materie ſelbſt allerdings das Weſentliche beyzutragen.

Cavendiſh über die Verwandlung eines Gemiſches der dephlogiſtiſirten Luft in Salpeterſäure durch den electriſchen Funken; im Journ. der Phyſ. B. I. S. 282. ff.

Franklins Syſtem.

§. 1044. Um die electriſchen Erſcheinungen zu erklären, habe ich freylich in dem Vorhergehenden, nach dem Beyſpiele mehrerer gründlicher Phyſiker, zweyerley Electricitäten angenommen; allein dies geſchahe auch nur hypothetiſch. Mehrere gelehrte Naturforſcher erklären dagegen dieſe Phänomene mit **Hrn. Franklin** aus dem Mangel und Ueberfluß einer

einzigen Materie, und man kann jetzt freylich noch nicht behaupten, daß Franklins Syſtem widerlegt ſey, ob es gleich die Erſcheinungen nicht ſo leicht und glücklich erklärt, als das Syſtem zweyer verſchiedenen ſich entgegengeſetzten electriſchen Materien; und da, wo Mangel der natürlichen Electricität, oder negative Electricität, angenommen wird, dieſer Mangel noch nicht erwieſen iſt, ja eben ſo gut der Ueberſchuß oder die poſitive Electricität für Mangel gehalten werden kann. Denn es iſt ganz willkührlich die Glaselectricität für Ueberſchuß, die Harzelectricität oder negative für Mangel der electriſchen Materie angenommen worden.

§. 1045. Die Sätze dieſes Franklinſchen Syſtems ſind folgende:

1) Es iſt durch alle Körper eine feine Materie verbreitet, von welcher die electriſchen Erſcheinungen abhängen.

2) Die Theile dieſer Materie ſtoßen ſich unter einander ab; werden aber von den Theilen anderer Körper angezogen.

3) Wenn die Körper ihre urſprüngliche Menge dieſer Materie enthalten, ſo zeigen ſie keine electriſche Erſcheinungen.

4) Wenn aber in einem Körper die electriſche Materie angehäuft wird, ſo iſt er poſitiv electriſirt; und wenn ihm ſeine natürliche Doſis derſelben entzogen wird, ſo iſt er negativ electriſirt.

5) Dieſer Mangel oder Ueberſchuß der electriſchen Materie entſteht entweder durch Uebergang oder durch Vertheilung.

Da der electriſche Wirkungskreis Luft iſt, durch Vertheilung electriſirt, ſo läßt ſich darnach auch einſehen, warum zwey negativ electriſirte Körper ſich abſtoßen. Da dünne Nichtleiter, wie Glas, zwar dem wirklichen Uebergange der Electricität, nicht aber den Wirkungen ihres Anziehens und Abſtoßens widerſtehen, ſo erklärt Franklin auch die Ladung der Flaſche ſehr leicht. Wird nemlich die innere Belegung poſitiv electriſirt, ſo ſtößt die hier angehäufte electriſche Materie die der äußern Seite aus, und daher wird dieſe negativ. Soll aber die abgeſtoßene electriſche Materie der äußern Seite abgeführt werden können, ſo muß dieſe nicht iſolirt ſeyn. Werden die äußere und innere Belegung der Flaſche in leitende Verbindung geſetzt; ſo ſtrömt der Ueberſchuß der inneren Belegungen zu der äußern Belegung plötzlich über, und das Gleichgewicht ſtellt ſich her. — Auch die Erſcheinungen des Electrophors laſſen ſich nach Franklins Syſtem erklären. — Selbſt die Umdrehung des electriſchen Flugrades nach einerley Richtung durch poſitive und negative Electricität folgt ganz leicht aus dieſem Syſtem.

New Experiments and obſervations on Electricity, by Mr. *Benj. Franklin*. Lond. 1751. 4. verm. 1769. 4. Des Hrn. Benjam. Franklins Briefe von der Electricität, a. d. Engl. mit Anm. von J. C. Wilke. Leipz. 1758. 8.

* * *

§. 1046. So ſehr man ſich auch bisher mit electriſchen Verſuchen beſchäfftigt hat, ſo ſehr der Apparat dazu vervielfältigt worden, und ſo groß die Zahl der Erſcheinungen iſt, die man kennen gelernt hat; ſo müſſen wir doch eingeſtehen, daß wir von der eigentlichen Natur des electriſchen Fluidums nur wenig

wiſſen.

wiſſen. Hr. de Luc hat es verſucht eine Theorie der electriſchen Flüſſigkeit zu entwerfen, die uns vielleicht nähere Aufſchlüſſe über die Natur und das Weſen derſelben verſchaffen kann. Er hält ſie für eine zuſammengeſetzte Flüſſigkeit, die, wie der Waſſerdunſt, aus einem fortleitenden Flüſſigen oder expanſiven Stoffe, und aus einer Baſis beſteht, welche letztere er die electriſche Materie nennt. Für einen Beſtandtheil des erſtern hält er das Licht. Die Kürze eines Handbuchs erlaubt nicht, ſeine ſcharfſinnige Theorie, und die Anwendung davon auf die electriſchen Phänomene vorzutragen. Ich muß daher hier auf ſeine Schrift ſelbſt verweiſen. — Wenn man erwägt, daß in allen Fällen, wo Electricität urſprünglich erregt wird, immer ein brennbarhaltiger Körper zugegen ſeyn muß; daß das Amalgama, womit das Reibzeug beſtrichen wird, beym Electriſiren wirklich unvollkommen verkalkt wird, und ſeinen metalliſchen Glanz endlich ganz verliert; daß dann auch ſeine Wirkung merklich abnimmt; ſollte man hieraus, ſage ich, nicht mit vieler Wahrſcheinlichkeit ſchließen können, daß die Lichtmaterie, woraus das brennbare Weſen beſteht, hauptſächlich das electriſche Fluidum bilden helfe? und ſollte der eigene phosphoriſche Geruch, der beym Electriſiren bemerkbar wird, nicht muthmaßen laſſen, daß vielleicht eine Säure die Baſis der electriſchen Flüſſigkeit ausmache, die aber nur in äußerſt geringer Menge mit der Lichtmaterie vereiniget iſt? — Vielleicht wird man in Zukunft mehr Aufmerkſamkeit auf die Natur des electriſchen Fluidums verwenden, als man bisher gethan hat, und dann auch mehrere Aufſchlüſſe hierüber erhalten.

De Luc's neue Ideen über die Meteorologie, Th. I. S. 186. u. ff.

Einige beſondere Arten der Electricität.

§. 1047. An dem Turmalin, einer Schörlart, hat man ſchon ſeit geraumer Zeit die Eigenſchaft entdeckt, daß er, wenn er erwärmt oder auch abgekühlt wird, Electricität erhält, und zwar entgegengeſetzte Electricitäten an entgegengeſetzten Seiten. Die Electricität äußert ſich nach der Richtung ſeiner Achſe, die durch die beiden Enden des Kryſtalles geht, ſo daß dieſe die entgegengeſetzte Electricität haben. Durch Reiben mit ſchicklichen Materien erhält er die Electricität, wie andere Nichtleiter. Sonſt hat man die Eigenſchaft, durch bloße Erwärmung, ohne Reiben, electriſirt zu werden, noch an dem braſilianiſchen Topas, am kryſtalliſirten Galmey, und am Boracit wahrgenommen.

Ich theile hier die Eigenſchaften des Turmalins in Abſicht auf die Electricität nach Hrn. Cavallo (vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Electricität, S. 26. ff.) mit:

1) So lange der Turmalin in einerley Grade der Wärme erhalten wird, zeigt er keine Merkmale der Electricität. Er wird aber electriſirt, wenn man ihn erwärmt oder erkältet, und zwar in dem letztern Falle noch ſtärker, als in dem erſten.

2) Die Electricität zeigt ſich nicht auf ſeiner ganzen Oberfläche, ſondern nur in der Gegend zweyer entgegengeſetzten Punkte, die man ſeine Pole nennen kann, welche allezeit in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steines und nach der Richtung ſeiner Blätter liegen; nach welcher Richtung er vollkommen undurchſichtig iſt, ob er gleich nach der andern Richtung halbdurchſichtig erſcheint.

3) Während der Zeit, da der Turmalin erwärmt wird, hat der eine Pol A von ihm + E, der andern Pol B − E. Wird er aber erkältet, ſo hat während der Zeit

des

des Erkältens A — E, und B + E. Wird der eine Pol mehr erwärmt, indem der andere mehr erkaltet, ſo kann es kommen, daß beide Pole + E oder — E haben.

4) Wird er erwärmt, und nachher wieder abgekühlt, ohne daß eine ſeiner Seiten berührt wird, ſo hat A + E, B — E, die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch.

5) Wenn der Turmalin auf einem iſolirten Körper erwärmt oder erkältet wird, ſo wird dieſer Körper eben ſo wohl, als der Stein, electriſirt, und erhält die entgegengeſetzte Electricität von derjenigen, die ſich in der darauf ruhenden Seite des Steins befindet.

6) Die Electricität einer jeden oder beider Seiten kann ſich in die entgegengeſetzte verwandeln, wenn der Turmalin beym Erwärmen oder Erkälten verſchiedene Subſtanzen berührt.

7) Wird der Turmalin in verſchiedene Stücke zerſchnitten, ſo hat jedes Stück ſeinen poſitiven und negativen Pol, einen jeden nach der poſitiven oder negativen Seite des Steins zu, aus welchem man das Stück geſchnitten hat.

8) Dieſe Eigenſchaften des Turmalins zeigen ſich auch im luftleeren Raume, aber nicht ſo ſtark, als an der Luft.

9) Canton hat an einem im Dunkeln erwärmten Turmalin während der Erwärmung ein ſehr lebhaftes Licht wahrgenommen.

Experiments on the Turmalin, by Mr. *Benj. Wilſon*; in den *philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I.* S. 308. Recueil de differens mémoires ſur la Tourmaline, publié par Mr. *Franc. Ulr. Theod. Aepinus*, à Petersbourg 1762. 8. Wilke Geſchichte des Turmalins; in den ſchwediſchen Abhandl. B. XXVIII. S. 95. ff. I B. XXX. S. 1. ff. u. 105. ff. *Torb. Bergmann* de vi electrica Turmalini; in ſeinen *opuſc. phyſic. chem. Vol. V.* S. 402. ff.

Die Electricität des Boracits hat Hr. Haüy entdecket. Er hat ſeine Verſuche mit ſolchen Würfeln gemacht, wovon 4 Ecken ſo abgeſtumpft ſind, daß jede Abſtumpfungsfläche einer nicht abgeſtumpften Ecke gegenüber ſteht, und wovon auch die zwölf Kanten des Würfels abgeſtumpft ſind. Man kann in dieſen Kryſtallen des Boracits vier verſchiedene Achſen annehmen, die eine ähnliche Lage haben, und wovon jede durch eine nicht abgeſtumpfte Ecke des Würfels und durch die Mitte der Abſtumpfungsfläche der gegenüber ſtehenden abgeſtumpften Ecke geht. Die electriſchen Kräfte äuſſern ſich in den Richtungen dieſer 4 Achſen ſo, daß dieje-

nige

nige von den beiden einerley Achſe zugehörigen Ecken, welche abgeſtumpft iſt, + E hat, während die gegenüberſtehende nicht abgeſtumpfte Ecke — E zeigt.

Ueber die Electricität des Boracits, oder Boraxſpathes, vom Hrn. Abbe Hauy; im Journal der Phyſ. B. VII. S. 87. f.

§. 1048. Noch merkwürdiger iſt die Electricität einiger Fiſcharten. Am ſtärkſten entdeckte man ſie an dem **Zitteraal**, oder **electriſchen Aal** (Gymnotus electricus), der, wenn er gereizt wird, bey der Berührung mit der Hand, oder auch mit einem Leiter, und ſelbſt bey der Entfernung im Waſſer, eine ſtarke Erſchütterung und einen heftigen Stoß in den Gelenken der Finger, ja ſogar bis zum Ellenbogen, verurſacht, als wenn man eine geladene Leidner Flaſche mit den Händen entladet. Bey Berührung und Reizung des Fiſches durch Nichtleiter empfindet man keinen Stoß. Aehnliche, wiewohl ſchwächere, Wirkungen hat man an dem **Zitterrochen** (Raja Torpedo) wahrgenommen, an dem Hr. **Walſh** wirkliche electriſche Funken ſichtbar gemacht hat, als er den aus dem Waſſer genommenen Fiſch reizte. Endlich gehört noch hieher der **Zitterwels** (Silurus electricus), und der electriſche **Stachelbauch** (Tetrodon electricus).

Vom Zitteraal hat Hr. Bloch (Naturgeſchichte der ausländiſchen Fiſche, Th. II. Berl. 1786. 4. S. 43.) die Nachrichten darüber ſorgfältig geſammlet.

Vom Zitterrochen ſehe man: *John Walſh* of the electric property of the Torpedo; in den *philoſ. Tranſact. Vol. LXIII.* S. 461.

Vom Zitterwels: *Brouſſonet,* in den Mém de l'acad. roy. des ſc. de Paris, 1782.

Vom electriſchen Stachelbauch: *Peterſon,* in den *philoſ. Tranſact. Vol. LXXVI. P. II.* S. 382.

§. 1049. Endlich iſt hier noch die von Hrn. Galvani, beſonders an Fröſchen, entdeckte, ſo genannte, thieriſche Electricität zu erwähnen. In Anſehung der dabey ſtattfindenden nähern Umſtände aber verweiſe ich indeſſen auf die folgenden Schriften.

Aloyſi Galvani Abhandlung über die Kräfte der thieriſchen Electricität auf die Bewegung der Muskeln; nebſt einigen Schriften der HH. Valli, Carminati und Volta, über eben dieſen Gegenſtand. Herausgeben von D. Joh. Mayer. Prag 1793. 8. Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 371. ff. S. 382. ff. S. 392. ff. S. 402. ff. S. 411. ff. S. 414. ff.

Achter Abſchnitt.

Magnetiſche Materie.

§. 1050.

Ein beſonderes Eiſenerz, das unter dem Namen des Magnets (Magnetes) bekannt iſt, hat die Eigenſchaft, das Eiſen an ſich zu ziehen, und mit ziemlicher Kraft an ſich zu halten. Die Wirkung dieſer Anziehung äußert ſich ſchon in der Entfernung, und wenn das Eiſen leicht und beweglich genug iſt, ſo bewegt es ſich in der Nähe des Magnets gegen denſelbigen zu, und auch umgekehrt der Magnet gegen das Eiſen, wenn er Beweglichkeit genug hat.

Verſuche: An einen rohen Magnet hängt ſich Eiſenfeile als ein Bart an.

Eine Nadel, die an einem Faden hängt, wird in der Entfernung nach dem Magnet gezogen.

Eiſenfeile, die auf Queckſilber oder auf einem Papier auf Waſſer ſchwimmt, bewegt ſich ſchon in der Entfernung gegen einen Magnet.

Ein Magnet, der auf einem Brett auf Waſſer oder auf Queckſilber ſchwimmt, wird ſchon in der Entfernung vom Eiſen angezogen.

§. 1051. Der Magnet, der ſich frey genug bewegen kann, bleibt nicht in jeder Lage, die man ihm giebt, ſondern wendet ſich ohngefähr mit einem Ende gegen Norden, und mit dem entgegengeſetzten nach Süden zu. An dieſen ſich einander entgegengeſetzten Enden hängt ſich auch das Eiſenfeil in der größten Menge am Magnet an, und kleine Stückchen Eiſendrath ſtellen ſich hier ſenkrecht auf den Magnet.

Verſuche: Ein Magnet, der an ſeinem Schwerpunct durch einen Faden aufgehängt iſt, dreht ſich mit einer Seite nach Norden, mit der andern nach Süden.

Eben dies geſchiehet, wenn er auf Queckſilber ſchwimmt.

An dieſen entgegengeſetzten Enden hängt ſich das Eiſenfeil am ſtärkſten an, und ſtellt ſich ein Stückchen feines Eiſendrath ſenkrecht.

§. 1052. Dieſe ſich einander entgegengeſetzten Puncte des Magnets nennt man die **Pole** deſſelben, und zwar wegen ihrer Richtung den einen den **Nordpol** (polus boreus), den andern den **Südpol** (polus auſtralis). Es giebt auch Magnete mit drey und mehrern Polen, welche **zuſammengeſetzte** oder **anomaliſche Magnete** genannt werden, und aus mehrern verwachſenen Magneten zu beſtehen ſcheinen.

§. 1053. Die Richtung des Magnets oder die Lage ſeiner **Achſe**, d. h. der geraden Linie, die man von einem Pol deſſelben zum andern ziehen kann, kömmt nur ohngefähr mit der Mittagslinie überein; und läßt ſich am beſten durch die künſtliche **Magnetnadel** (acus magnetica, verſorium) zeigen, von deren Einrichtung weiterhin geredet wird.

§. 1054. Der Magnet zieht das Eiſen am ſtärkſten, wenn es im vollkommenſten reguliniſchen Zuſtande

ſtande iſt. Die Anziehung deſſelben dagegen wird ſchwächer, wenn das Eiſen vererzt, oder in Säuren aufgelöſt, oder mit andern Metallen, beſonders mit Arſenik verbunden wird, doch iſt ſie unter den gehörigen Umſtänden nach Hrn. **Brugmann** allerdings noch bemerkbar.

Verſuche: Einige Tropfen friſche Eiſenvitriolauflöſung auf einem auf dem Waſſer ſchwimmenden Papier werden vom Magnet angezogen.

§. 1055. Ueberhaupt lehrt die Erfahrung, daß das Eiſen immer um deſto ſchwächer angezogen werde, je mehr es dephlogiſtiſirt wird, und ganz vollkommener Eiſenkalk wird nicht gezogen. Wir wiſſen jetzt gewiß, daß das Eiſen nicht das einzige Metall iſt, welches vom Magnet angezogen wird. Der Kobaltkönig, auch der reinſte, iſt nicht nur fähig, vom Magnet gezogen, ſondern auch ſogar ſelbſt zum Magnet zu werden, und wirklich hat man jetzt auch ſchon Magnetnadeln von einem Kobaltmetall.

Erweis, daß das Eiſen nicht das einzige Metall ſey, welches der Magnet in ſeiner Reinigkeit anziehet, ſondern daß er auch dieſe anziehende Kraft gegen das Metall des allerreinſten blaufärbenden Kobaltkönigs äußere, von Hrn. J. E. Kohl; in Crells neueſten Entdeckungen, Th. VII. S. 39. ff.

§. 1056. Die Kraft des Magnets, das Eiſen zu ziehen, wird verſtärkt, wenn man die Pole deſſelben ſehr glatt abſchleift, und dünne eiſerne Platten, die ſich unten in einen dickern hervorſtehenden Fuß endigen, daran befeſtiget. Dieſe Platten ziehen nun weit mehr, als der Magnet ſelbſt.

§. 1057. Der auf dieſe Art vorgerichtete Magnet heißt **gewaffnet** oder **armirt** (armatus), und die Stücke Eiſen ſeine **Armaturen** oder **Panzer**. Um

die

die Stärke der Anziehung des Eiſens durch Gewichte bequem auszufinden, dient ein eiſerner Stab, der mit ſeiner platten Seite an die Füße oder künſtlichen Pole des Magnets anſchließt, und in der Mitte mit einem Haken zum Anhängen der Gewichte verſehen iſt. Man nennt dieſen Stab den Anker.

§. 1058. Die Wirkung des Magnets auf das Eiſen nimmt mit der Entfernung ab. Man kennt indeſſen keineswegs genau das Geſetz, nach welchem die Anziehung eines und deſſelben Magnets auf das Eiſen ab= oder zunimmt. Hr. von Saußure hat durch ſeine Magnetometer gefunden, daß die Kraft des Magnets gegen das Eiſen an verſchiedenen Orten veränderlich iſt.

Saußure Beſchreibung eines neuen Magnetometers; in ſeinen Reiſen durch die Alpen, Th. II. S. 126. ff.

§. 1059. Die Erfahrung lehrt, daß bey gleicher Entfernung die Intenſität der Anziehung zwiſchen Eiſen und Magnet dieſelbige bleibt, es mag zwiſchen beiden ein Mittel ſeyn, welches es will, nur nicht ein ſolches, das ſelbſt der Mittheilung des Magnetismus fähig iſt, als Eiſen. Auch im luftleeren Raume bleibt die Anziehung dieſelbige.

Hierauf gründen ſich allerley Spielereyen und Taſchenkünſte.

Verſuche: Die Magnetnadel wird vom Eiſen angezogen, auch wenn ſie unter Glaſe, hinter Meſſing, Brett, Büchern, u. d. gl. ſteht.

Eine unter der Glocke der Luftpumpe im leeren Raum derſelbigen hängende Magnetnadel wird durch das äußerlich an die Glocke gehaltene Eiſen angezogen.

§. 1060. Der Magnet zieht nicht allein das Eiſen an, ſondern auch einen andern Magnet. Allein die Pole des Magnets ziehen ſich nicht ohne Unter=

terſchied an, ſondern nur die **ungleichnamigen**; oder der Nordpol des einen Magnets zieht nur den Südpol des andern, und umgekehrt, und beide hängen bey der Berührung ſtark zuſammen. Dies Anziehen nimmt auch mit der Entfernung immer mehr ab; kann ſich aber bey ſtarken Magneten auf eine beträchtliche Weite erſtrecken.

§. 1061. Die **gleichnamigen Pole** des Magnets hingegen, als der Nordpol des einen und der Nordpol des andern, der Südpol des einen und der Südpol des andern, ziehen ſich nicht nur nicht an, ſondern ſtoßen ſich ſogar zurück. Dies Zurückſtoßen erſtreckt ſich auch in die Entfernung, nimmt aber damit immer mehr und mehr ab.

§. 1062. Hieraus folget alſo das allgemeine Geſetz: **ungleichnamige Pole des Magnets ziehen ſich an, gleichnamige Pole deſſelben ſtoßen ſich ab.**

Verſuche: Der Nordpol des einen Magnets hängt mit dem Südpol eines andern zuſammen.

Zwiſchen dem Nordpol oder Südpol des einen, und dem gleichnamigen des andern, iſt keine Spur von Zuſammenhang zu merken, wenn ſie ſich berühren.

Ein Magnet, der an einer Waage ins Gleichgewicht gebracht iſt, wird bey der Annäherung der ungleichnamigen Pole eines andern Magnets herabgezogen (ſo wie vom Eiſen), bey Annäherung der gleichnamigen Pole aber in die Höhe geſtoßen.

Der Nordpol einer Magnetnadel fliehet vor dem Nordpol des Magnets, und geht nach dem Südpol deſſelbigen zu, der hingegen wieder den Südpol der Magnetnadel abſtößt.

§. 1063. Wegen dieſer Wirkungen heißen die ungleichnamigen Pole zweyer Magnete auch **freundſchaftliche** (p. amici), die gleichnamigen **feindſchaftliche** (p. inimici).

§. 1064. Das Eiſen, beſonders der Stahl, iſt der Mittheilung des Magnetismus fähig, und kann die Eigenſchaften des Magnets, anderes Eiſen zu ziehen, und die Polarität erlangen. Das magnetiſch gemachte Eiſen oder Stahl heißt überhaupt ein **künſtlicher Magnet**, und übertrifft an Wirkung oft den natürlichen.

§. 1065. Der Magnetismus kann dem Stahle und Eiſen auf verſchiedene Art durch einen natürlichen Magnet mitgetheilt werden. Schon dadurch, daß eine eiſerne oder ſtählerne Nadel an der Armatur eines natürlichen Magnetes eine kurze Zeit hängt, erhält ſie das Vermögen, leichtes Eiſenfeil zu ziehen, und zeigt an der Spitze, womit ſie den Pol des Magnets berührte, den entgegengeſetzten Pol des Magnets, oder die Spitze der Nadel wird z. B. zum Südpol, wenn ſie an dem Nordpol des Magneten hing. In dieſer Mittheilung des Magnetismus liegt auch zum Theil der Grund, daß ſich an dem am armirten Magnet hängenden Bart vom Eiſenfeil noch mehreres anlegt, und daß man auf dieſe Art eine große Menge Eiſenfeil ſchwebend erhalten kann.

§. 1066. Stärker und dauerhafter ertheilt man dem Stahle oder gutem Eiſen den Magnetismus durch das Streichen mit dem Magnet. Man hat eine doppelte Art, die eine heißt der **einfache Strich**, die andere der **Doppelſtrich**. Um ſo etwa in einem eiſernen oder ſtählernen Stabe den Magnetismus zu erregen, ſo ſetzt man beym einfachen Strich auf den gehörig feſt liegenden Stab einen Pol des armirten Magneten in der Mitte des Stabes auf, und führt ihn nach dem Ende zu ab, ſetzt ihn in der Mitte des Stabes wieder auf, und fährt ſo mit einem gelinden

linden Striche mehrere male fort. Das Ende der geriebenen Hälfte des Stabes wird der entgegengeſetzte, oder der ungleichnamige, oder der freundſchaftliche Pol des natürlichen Magnets, alſo zum Südpol, wenn man mit dem Nordpol dies Streichen verrichtete. So verfährt man nun auch mit der andern Hälfte des Stabes, ſetzt den andern Pol des armirten Magnets auf, und ſtreicht damit. Man muß hierbey überhaupt aber nicht die Pole verwechſeln, oder rückwärts ſtreichen.

§. 1067. Durch den Doppelſtrich (§.1066.) magnetiſirt man den Stahl oder das Eiſen, wenn man den armirten Magnet mit ſeinen beiden Polen der Länge nach auf den Stab aufſetzt, und ſo der Länge nach mehrere male von dem einen Ende bis zum andern reibt, und zuletzt den Magnet wieder von der Mitte des Stabes abführt. Das Ende des Stabes, welchem bey dieſem Reiben der Nordpol des armirten Magnets zunächſt war, wird zum Südpol, und das andere zum Nordpol.

§. 1068. Weiches Eiſen nimmt hierbey den Magnetismus leichter an, als hartes oder als Stahl, verliert ihn aber auch leichter als dieſes. Und um ihn in den magnetiſirten Stäben zu erhalten, iſt es gut, zwey davon ſo neben einander aufzubewahren, daß ihre freundſchaftlichen Pole bey einander liegen, und mit einem Anker geſchloſſen ſind.

§. 1069. Auf eine ähnliche Art macht man auch die magnetiſchen Hufeiſen, an denen man die Stärke der Anziehung gegen das Eiſen ebenfalls durch einen Anker und durch angehängte Gewichte, wie bey dem armirten Magneten (§. 1057.), beſtimmen kann.

§. 1070.

§. 1070. Auch den Magnetnadeln (§. 1053.) wird auf dieſe Art der Magnetismus entweder durch den einfachen Strich oder den Doppelſtrich ertheilt. Sie werden aus dünnem Stahle bereitet, und ſind in der Mitte mit einem recht glatt ausgehöhlten Hute von Meſſing oder Achat verſehen, mit welchem ſie auf einer feinen Spitze horizontal ſchweben, und ſich frey darauf bewegen können. Ihre Vollkommenheit beruhet auf ihrer gehörigen und ſymmetriſchen Figur, auf der Stärke des ihr mitgetheilten Magnetismus, und auf der Freyheit ihrer Bewegung.

Vom Compaß oder der Bouſſole, ſeinem Gebrauche und Nutzen.

Eine neue ſehr empfindliche Art der Aufhängung der Magnetnadeln vermittelſt der ſtarken Fäden der Creuzſpinne hat Hr. Bennet angegeben.

A new Suſpenſion of the magnetic nadle, intended for the diſcovery of minute quantities of magnetic attraction; by *A. Bennet*, in den *philoſ. Tranſact.* 1792. S. 81. ff.

§. 1071. Die Magnetnadeln und der Magnet richten ſich aber in den wenigſten Fällen genau nach Norden, und die Polarität derſelbigen gilt nur mit Einſchränkung. Wir finden vielmehr, daß die Magnetnadel an den mehreſten Orten auf der Erde ſich von der wahren Richtung der Mittagslinie entweder nach Weſten oder nach Oſten zu mehr oder weniger abwendet, und daher der magnetiſche Meridian nicht mit dem wahren Meridian immer übereinſtimmt. Der Winkel, welchen ſie auf dieſe Art mit der wahren Mittagslinie macht, heißt die Abweichung oder Declination der Magnetnadel (declinatio ſ. variatio acus magneticae).

§. 1072.

§. 1072. Die Abweichung der Magnetnadel iſt an den verſchiedenen Stellen der Erde verſchieden. Es giebt einige Stellen, wo die Abweichung gar nicht ſtattfindet, oder wo die Richtung der Achſe der Nadel mit der Mittagslinie des Orts genau parallel iſt; andere, wo die Nadel weſtlich; andere, wo ſie öſtlich abweicht. Aus mehrern Beobachtungen hat man Karten entworfen, worauf dieſe Abweichungslinien der Nadel gezeichnet ſind (Declinationskarten).

§. 1073. Eine ſolche Linie auf der Erde, auf welcher die Magnetnadel nicht abweicht, geht von dem ſüdlichen Theile des großen Indiſchen Meeres, und Neuholland, durch die philippiniſchen Inſeln, das ſüdliche China, und durch Aſien, vermuthlich bis in das Eismeer zwiſchen Nova Zembla und Spitzbergen. Eine andere ſolche Linie, auf der keine Abweichung der Nadel ſtattfindet, geht durch das äthiopiſche Meer und einen Theil des atlantiſchen Meeres, bey dem Cap St. Auguſtin in Braſilien vorbey, und neben den Bermudiſchen Inſeln, endlich in die nordamericaniſchen Länder. Von dieſer letztern Linie an iſt auf der Erde nach Oſten zu die Abweichung der Magnetnadel weſtlich. Dieſe iſt alſo in ganz Europa, in Africa, in dem öſtlichen Theile der nordamericaniſchen Länder, und in dem ſüdlichen Theile des weſtlichen Aſiens weſtlich. Die Abweichung nimmt von jener Linie an immer mehr und mehr zu, bis im Ocean weſtwärts von Großbritannien, und oſtwärts vom Vorgebürge der guten Hoffnung, wo ſie 1770 am größeſten war, nemlich 25°. Von hier annimmt die Abweichung der Nadel immer mehr und mehr ab, je weiter man nach Oſten zu kömmt, und wird

immer kleiner, bis ſie ſich an der erſten erwähnten Linie ohne Abweichung ganz wieder verliert. Von dieſer Linie an oſtwärts fängt die Abweichung an öſtlich zu werden, und nimmt immer mehr und mehr zu. Die größte öſtliche Abweichung von 25° iſt unterhalb der ſüdlichen Spitze von America. Von hier an nimmt die öſtliche Abweichung wieder ab, und verliert ſich endlich auf der angezeigten zweyten Linie ganz.

Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für 1779.

§. 1074. Selbſt aber auch an einerley Orten iſt die Abweichung nicht zu allen Zeiten dieſelbige, ſondern leidet Veränderungen, (variatio declinationis). Nach lange fortgeſetzten Beobachtungen zu Paris hat man gefunden, daß die Nadel vor dem Jahre 1666 öſtlich abwich; im Jahre 1666 ſelbſt hatte ſie keine Abweichung. Seit dieſer Zeit fing ſie an, immer mehr und mehr weſtlich abzuweichen, und im Jahre 1783 betrug dieſe weſtliche Declination 21° 4′. Jetzt ſcheint die weſtliche Abweichung daſelbſt wieder abzunehmen. Man ſieht hieraus leicht, daß die Declinationskarten nicht für immer dienen können. — Sonſt erfährt die Abweichung der Nadel auch nicht ſelten eine kurze temporelle Veränderung an einem und eben demſelbigen Orte, die manchmal ſehr beträchtlich ſeyn kann.

§. 1075. Wenn auch die Magnetnadel ſo gearbeitet war, daß ſie vor dem Streichen mit dem Magnet völlig waagerecht auf der Spitze ſchwebte, ſo findet man doch, nachdem ſie magnetiſirt worden iſt, daß ſie ihr Gleichgewicht in etwas verliert, und ſich mit der einen Spitze unter den Horizont neigt. Der

Winkel, welchen die dazu eingerichtete Nadel mit der Horizontallinie macht, heißt die Neigung oder Inclination der Magnetnadel, (inclinatio acus magneticae).

§. 1076. Um die Magnetnadel ſo aufzuhängen, daß ſie die Inclination ungehindert zeigt, dient die gewöhnliche Einrichtung mit dem Hute nicht, ſondern ſie wird gewöhnlich mit Zapfen verſehen, an welchen ſie in der Mitte eines Ringes hängt. (Neigungsnadel, Neigungscompaß.) Um die Neigung gehörig zu bemerken, muß die Nadel auch zugleich im magnetiſchen Meridiane ſtehen. Denn wenn ihre Achſe nicht im magnetiſchen Meridian iſt, ſo ſind die Neigungen größer, und wenn ſie den magnetiſchen Meridian rechtwinklicht durchſchneidet, ſo ſteht ſie gar völlig lothrecht, wenn ſie anders gut und fein genug gearbeitet iſt.

Wolf nützliche Verſuche, Th. III. Cap. 4. §. 61. Recueil des pieces ſur les bouſſoles d' inclinaiſon, à Paris 1748. 4. Brander und Höſchel Beſchreibung des magnetiſchen Declinatorii und Inclinatorii, Augsb. 1779. 8.

§. 1077. In dem größten Theile der nördlichen Halbkugel unſrer Erde iſt es der Nordpol der Magnetnadel, der ſich gegen die Horizontalebene neigt. Dieſe Neigung iſt nicht an allen Orten gleich ſtark, und nimmt zu, je weiter der Ort vom Aequator abſteht, oder je größer ſeine Breite iſt. In der ſüdlichen Hälfte unſerer Erde macht die Spitze des Südpols der Magnetnadel die Neigung, und dieſe nimmt ebenfalls nach Verhältniß der Breite des Orts zu. Sonſt iſt die Inclination der Nadel, ſo wie ihre De-

clination, mancherley zufälligen Veränderungen unterworfen.

Beobachtungen neuerer Zeiten über die Größe der Neigung der Nadel hat Hr. Cavallo in einer Tabelle zuſammengeſtellt: Theoretiſche und practiſche Abhandlung der Lehre vom Magnet, mit eigenen Verſuchen, von Tiber. Cavallo. a. d. Engl. Leipz. 1788. 8.

§. 1078. In Eiſen und Stahl kann der Magnetismus auch urſprünglich hervorgebracht werden, ohne Beyhülfe eines natürlichen oder künſtlichen Magneten, und alſo ohne Mittheilung des Magnetismus. Man hat gefunden, daß eiſerne Stangen und Stifte, wenn ſie eine Zeitlang in lothrechter Stellung aufgeſtellt wurden, wenigſtens Polarität zeigten, noch mehr, wenn ſie in magnetiſchen Meridianen unter einem Winkel gegen den Horizont geneigt ſtanden, wie es die Inclinationsnadel angiebt. Das untere Ende eines ſolchen Stabes ſtößt den Nordpol der Magnetnadel, und zieht den Südpol. Es iſt alſo ſelbſt der Nordpol. Die Polarität iſt aber nur von gar kurzer Dauer, und verliert ſich bey einer horizontalen Stellung bald wieder. So kann man auch augenblicklich Polarität in einer eiſernen Stange zuwege bringen, wenn man ſie lothrecht in der Hand hält, und mit einem Hammer oder Schlüſſel von einem Ende der Stange bis zum andern Ende ſanft klopft. Das untere Ende wird der Nordpol, das obere der Südpol. Durch Umkehren der Stange und neues Anſchlagen kann man die Pole leicht wieder verwechſeln. Stählerne Werkzeuge, womit man kaltes Eiſen bohrt oder ſchneidet, werden an der Spitze oft magnetiſch; imgleichen zeigt das Eiſen Polarität, wenn es glühend im kalten

Waſſer abgelöſcht iſt, oder gewaltſam zerbrochen wird. Durch die electriſchen Funken hat man magnetiſche Kraft in dem Eiſen entſtehen, durch ſtärkere ſie aber auch wieder verſchwinden geſehen.

§. 1079. Außer mehrern von Hrn. **Knigth, Mitchell, Canton, Jngenhouſz** ausgefundenen Methoden, den Magnetismus im Eiſen urſprünglich zu erregen, hat beſonders Hr. **Antheaulme** eine Methode bekannt gemacht, nach welcher man leicht und bequem den Magnetismus im Eiſen urſprünglich erwecken und ſehr ſtark machen kann, von der in den Vorleſungen ſelbſt gehandelt, und das Verfahren dabey umſtändlicher gezeigt wird.

Knight in den philoſ. Tranſact. Vol. LXIX. S. 51. ff. A Treatiſe of artificial magnets, by *J. Mitchell*, Lond. 1750. 8. *Canton*, in den *philoſ. Tranſact.* Vol. XLVII. S. 31. ff., u. überſ. im Hamburg. Mag. B. VIII. S. 339. Jngenhouſz vermiſchte Schriften, B. I. S. 409. ff. Mémoire ſur les aimants artificiels, qui a remporté le prix de l' acad. de Peterb., par Mr. *Antheaulme*, à Paris 1760. Karſtens Entwurf der Naturwiſſenſchaft §. 583. ff.

§. 1080. Der natürliche Magnet ſowohl, als der künſtliche, verliert ſeinen Magnetismus gänzlich durch das Glühen im Feuer, und durch das Calciniren. So wird auch dem Stahle oder Eiſen der Magnetismus durch ſtarkes Werfen, Krummbiegen, oder durch Rückwärtsſtreichen bald wieder geraubt. Wie man in den magnetiſirten Stäben den Magnetismus dauerhaft erhalte, das habe ich oben (§. 1086.) ſchon angeführt. Eben ſo bewahrt man auch am beſten armirte Magnete oder magnetiſche Hufeiſen auf, indem man ſie paarweiſe mit ihren freundſchaftlichen Polen an einander legt.

§. 1081. Noch iſt hier folgendes, von Hrn. **Brugmans** entdeckte, Phänomen beym Streichen eines Stabes von Eiſen oder Stahl mit dem Magnet, zu erwähnen. In jedem Stabe, er ſey von Eiſen oder Stahl, AC (Fig. 127.) giebt es zwey Puncte M und N, die ſo beſchaffen ſind, daß, wenn man bey ihnen mit dem Streichen eines ſtarken Magnets, womit man an einem Ende, wie in A, angefangen hat, aufhört, bald in A, bald in C keine magnetiſche Kraft hervorgebracht wird. Wenn man nemlich nur bis M geſtrichen hat, ſo wird in A kein Magnetismus erſcheinen; ſtreicht man bis N, ſo wird er am andern Ende C mangeln, ob man gleich, wenn man dieſ- oder jenſeits der Puncte M und N mit Streichen aufhört, einen bemerkbaren Magnetismus an beiden Enden hervorbringt. Hr. **Brugmans** nennt dieſe Puncte M und N **Indifferenzpuncte**, weil die Enden der Stäbe, die bis dahin geſtrichen werden, auf die Pole einer Magnetnadel ohne Unterſchied (indifferent) wirken, und beide mit gleicher Leichtigkeit anziehen.

Philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie, und deren Wirkung in Eiſen und Magnet, a. d. Lat. des Hrn. Anton Brugmans überſ. herausgegeben von Chriſt. Gotth. Eſchenbach. Leipz. 1784. 8. S. 70. ff.

§. 1082. Hr. **van Swinden**, der die Theorie der Indifferenzpuncte des Hrn. **Brugmans** mit ſehr vielem Scharfſinn unterſucht hat, ſetzte zu dieſen Indifferenzpuncten noch einen **culminirenden Punct**, mit dem es folgende Bewandtniß hat. Wenn man das eiſerne Stäbchen AC mit dem Pole eines Magnets, z. B. mit dem Nordpole, von A nach C ſtreicht,

ſtreicht, ſo erſcheint im Anfange in A der Südpol und in C der Nordpol, deſſen Kraft immer zunimmt, indem man den Magnet durch einen beſtimmten Raum von A fortführt. Es iſt aber ein Punct in dem Stäbchen AC von der Eigenſchaft, daß, wenn der Magnet vom Ende A bis dahin geführt worden, alsdann das Maximum der nördlichen Kraft an dem Ende C beobachtet werde. Dieſen Punct nennt Hr. **van Swinden** den **culminirenden** Punct (punctum culminans), weil, wenn man dieſſeits oder jenſeits dieſes Punctes mit Streichen aufhört, die Polarkraft am Ende C allemal ſchwächer iſt. Hr. **van Swinden** zeigt durch ſeine Verſuche, daß die drey Puncte, nemlich der culminirende Punct und die beiden Indifferenzpuncte, nicht nur von der Länge und Dicke des eiſernen Drathes oder Stabes, ſondern auch von der Härte des Eiſens und der Stärke des Magnets abhängen.

Brugmans a. a. O. S. 81. f. Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. Specimen I. ſiſtens principia generalia ad novam punctorum indifferentiae et puncti culminantis theoriam. Franequ. 4. maj.

Hrn. Prevoſt's Theorie des Magnetismus.

§. 1083. Die ſo auffallenden Erſcheinungen des Magneten, und unſere Neigung, zu den wahrgenommenen Wirkungen auch eine paſſende Urſach zu haben, aus der man jene herleiten kann, haben manche Theorie über den Magnetismus erſchaffen. Man muß von mehrern derſelben geradezu geſtehen, daß ſie phyſikaliſche Romane ſind. Ich theile hier die Theorie des Hrn. Prevoſt kürzlich mit, die mir die Phänomene des Magnetismus am glücklichſten zu erklären ſcheint, und unter uns noch nicht ſo bekannt iſt, als ſie es zu ſeyn verdient.

De l'origine des forces magnetiques, par *P. Prevoſt*, à Geneve 1788. 8., und im Auszuge, in ſeinen Recherches phyſico-mecaniques ſur la Chaleur, à Geneve 1792. 8. S. 218. ff. Aus letzteren habe ich das Folgende wörtlich überſetzt.

§. 1084. Die feiner und expanſiven Flüſſigkeiten, die eine ſo große Rolle in den Operationen der Natur ſpielen, ſind discrete Flüſſigkeiten, deren Theilchen ſich nach allen Seiten zu bewegen, ein jedes nach der Richtung, in die es eine conſtante mechaniſche Urſache treibt.

Eine discrete Flüſſigkeit kann entweder einfach oder zuſammengeſetzt ſeyn. Die zuſammengeſetzte entſteht entweder durch eine bloße Vermengung (melange), oder durch eine Vermiſchung (combinaiſon). Hr. Prevoſt nennt die eine gemengt (mixte), die andere gemiſcht (combiné). In einer discreten gemiſchten Flüſſigkeit ſind alle Grundmaſſen (molecules) gleichartig, und eine jede Grundmaſſe iſt durch die Verbindung von zwey oder mehreren verſchiedenen Elementen gebildet.

Die magnetiſche Flüſſigkeit iſt eine discrete gemiſchte Flüſſigkeit, deren Grundmaſſen durch die Verbindung von zweyen ungleichartigen Elementen gebildet ſind. Wenn ihre Grundmaſſen zerſetzt werden, ſo verbinden ſich ihre gleichartigen Elemente, und bilden ſo zwey magnetiſche Elementarflüſſigkeiten, die Hr. Prevoſt rein nennt, im Gegenſatze der gemiſchten Flüſſigkeit, die vor der Zerlegung exiſtirte.

Es iſt eine Eigenſchaft der Elemente der magnetiſchen Flüſſigkeit, zweyerley Affinitäten unterworfen zu ſeyn; die eine äußert ſich in der Entfernung, die andere bloß bey der Berührung. Vermöge der erſten ziehen ſich die heterogenen Elemente, wenn die Anziehungen der homogenen gleich ſind, ſtärker an, als die homogenen. Zu Folge der zweyten übt das Eiſen eine Wahlanziehung gegen die Elemente beider Arten aus, eben ſo auch gegen ihre Aggregation; ſo bald man ſie mit dieſem Metall in Berührung bringt.

§. 1085. Das magnetiſche Fluidum iſt in der Atmoſphäre verbreitet, und dringt in das Innere der Erde.

Die Affinität ihrer heterogenen Grundmaſſen nöthigt ſie, ſich zu verbinden, überall wo ſie frey ſind. Die Flüſſigkeit exiſtirt daher bloß gemiſcht. Aber da, wo ſie nicht ganz frey (génées) ſind, wie im Eiſen, werden ſie öfters zerſetzt, und bilden reines Fluidum von beiden Arten.

§. 1086. Im natürlichen Zuſtande enthält das Eiſen die magnetiſche Flüſſigkeit nur gemiſcht. Das magnetiſirte Eiſen enthält zerſetztes Fluidum, deſſen Elemente, jedes beſonders verdichtet, unter der Geſtalt reiner Flüſſigkeit, verſchiedene Stellen einnehmen, die man Pole nennt.

§. 1087.

Erſtes Phänomen.

Im natürlichen Zuſtande zeigt das Eiſen keine magnetiſche Kraft.

Erklärung.

Da das Eiſen ſeit langer Zeit die Quantität der magnetiſchen Flüſſigkeit beſitzt, welche es ſeiner Natur nach enthalten kann und das umgebende magnetiſche Fluidum frey iſt; ſo können bey der Annäherung zweyer Stücke Eiſen im natürlichen Zuſtande dieſe nicht wechſelſeitig einander afficiren. Denn wenn die Flüſſigkeit des einen irgend eine Anziehung gegen das andere ausüben ſollte, ſo müßte ſie dieſelbe ebenfalls auf die umgebende Flüſſigkeit äußern, und es würde ſich ſogleich die letztere unter die Eiſenſtücke ergießen, oder ſich von denſelben entfernen, gerade in hinreichender Menge, um ihre Annäherung zu hindern.

§. 1088.

Zweytes Phänomen.

Wenn man Eiſen einem Magnete *) nähert, ſo wird das Eiſen nur in ſo ferne angezogen, als es ſelbſt magnetiſch wird.

Erklärung.

Wenn ein gemiſchtes Theilchen ſich in gleichen Diſtanzen zwiſchen zwey gleichen Maſſen des magnetiſchen Fluidums befindet, wovon eine gemiſchtes, die andere reines Fluidum iſt, ſo bleibt es unbeweglich. Denn die Anziehungen der homogenen und heterogenen Theile ſind von beiden Seiten vollkommen gleich.

Eiſen alſo, das im natürlichen Zuſtande iſt, das heißt, bloß gemiſchte Theile des Fluidums enthält, wird von der reinen Flüſſigkeit des einen Pols nicht afficirt, ſo lange die Grundmaſſen ſeines Fluidums nicht zerſetzt werden, das heißt, ſo lange es ſelbſt nicht magnetiſch (§. 1086.) geworden iſt.

§. 1089.

*) Hr. Prevoſt ſieht hier den Magnet als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüſſigkeit erfüllt iſt. Man wird bald ſehen, daß dieſe Abſtraction ganz und gar nicht die Folgerungen abändere.

§. 1089.

Drittes Phänomen.

Zwey magnetiſirte Stäbe ziehen ſich an ihren ungleichnamigen Polen an, und ſtoßen ſich an ihren gleichnamigen zurück.

Erklärung.

Das umgebende freye und bewegte Fluidum kann nicht zerſetzt werden; die reine Flüſſigkeit des magnetiſchen Stabes wirkt alſo nicht darauf (§. 1088.); ſolchergeſtalt erleidet das umgebende Fluidum weder eine Verdünnung noch eine Verdichtung. Dieſemnach wirken die entgegengeſetzten Pole der Stäbe allein auf einander.

Ein jeder von dieſen Polen wird nach der Stelle hingezogen, die das meiſte von der Flüſſigkeit enthält, die der ſeinigen heterogen iſt. Dieſes bringt ſcheinbares Zurückſtoßen in Anſehung der gleichnamigen Pole hervor: denn ſie ſtreben nach der äußern gemiſchten Flüſſigkeit, die ſich in der entgegengeſetzten Gegend in gleicher Diſtanz befindet.

Man kann alſo jeden magnetiſchen Stab in Beziehung auf jeden Pol des andern Stabs als mit zwey Kräften verſehen betrachten, einer anziehenden und einer zurückſtoßenden Kraft. Jede dieſer zwey Kräfte nimmt einen Mittelpunct von diſtincter Anziehung ein. Sie werden in gleichen Diſtanzen gleich ſeyn; aber ſie befolgen (wie alle Kräfte dieſer Art) ein umgekehrtes Verhältniß ihres Abſtandes.

Jeder Pol eines magnetiſchen Stabes wird folglich an ſeinem Ende durch den Ueberſchuß der Kraft wirken, die ihm die Entfernung ſeines Antagoniſten verſchafft. Dies iſt hinreichend, um das Phänomen zu erklären.

§. 1090.

Viertes Phänomen.

Wenn man einen von den Polen eines Magnets an das Ende eines Stabes von natürlichem Eiſen bringt; ſo wird dieſes Ende ein ungleichnamiger Pol, und das andere Ende ein gleichnamiger.

Erklärung.

Das reine Fluidum in der Nähe des gemiſchten ſtrebt dieſes zu zerſetzen; denn ein jedes Theilchen der gemiſchten Flüſſigkeit iſt aus zwey Elementen zuſammengeſetzt, wovon das eine von dem reinen Fluidum mehr, das andere we-

weniger angezogen wird, als nach der entgegengeſetzten Seite.

Allein dieſe Urſache der Zerlegung kann keine Wirkung auf die freye und bewegte Flüſſigkeit haben. Sie muß in dem Eiſen gebunden ſeyn, und die Verwandtſchaft des letztern muß die Wirkung unterſtützen. In dieſen Umſtänden allein wird die Flüſſigkeit zerſetzt, und ihre Elemente geben ihren wechſeitigen Verwandtſchaften nach.

§. 1091.

Fünftes Phänomen.

Wenn man einen zu langen Stab magnetiſirt, ſo entſtehen darauf auf einander folgende Puncte, das heißt, Abwechſelungen entgegengeſetzter Pole.

Erklärung.

Der Wirkungskreis einer gewiſſen Maſſe der reinen Flüſſigkeit iſt begränzt. Wenn man alſo einen Pol an das Ende eines Stabes bringt, ſo wird ſich die reine Flüſſigkeit von einerley Art nur bis auf einen gewiſſen Punct erſtrecken, ſie bleibt alſo angehäuft, und wirkt auf die Theilchen, die jenſeits dieſer Grenze liegen, ſo wie es ein beſonderer Pol thun würde.

§. 1092.

Sechſtes Phänomen.

Wenn man die beiden Pole eines magnetiſchen Stabes von einander trennt, ſo werden die beiden getrennten Hälften des Stabes zwey Magnete, deren Pole wie vorher liegen.

Erklärung.

Die reine magnetiſche Flüſſigkeit iſt gegen die Enden des magnetiſirten Stabes verdichtet, und ihre Schichten nehmen immer mehr und mehr ab, je mehr ſie ſich der Mitte des Stabes nähern, wo endlich die Flüſſigkeit aus gemiſchten Theilchen ganz zuſammengeſetzt iſt.

Zwey Urſachen halten ſie in dieſer gezwängten Lage: die Verwandtſchaft des Eiſens, die ſie hindert, ſich zu bewegen, und die wechſelſeitige Anziehung der beiden heterogenen Flüſſigkeiten, die ſich in jedem Pole rein befinden. Es entſpringt aus der Wirkung dieſer Urſachen eine Art von Gleichgewicht, und eine Vertheilung der Flüſſigkeit, die ſie beyſammen zu halten fähig iſt.

Wenn man die beiden Pole von einander trennt, ſo bleibt zwar die Verwandtſchaft des Eiſens, aber man hebt die Anziehung der heterogenen reinen Flüſſigkeit. Das Gleichgewicht wird alſo geſtört, das reine Fluidum entfernt ſich von allen Seiten, und wird durch das Umgebende erſetzt. Da die Schichten in jedem Pole ungleich ſind, und gleiche oder zu wenig unterſchiedene Quantitäten verlieren, um einen Erſatz nöthig zu machen, ſo dauert ihre vorige Ungleichheit fort, und äußert ſich durch die Phänomene des Magnetiſmus.

Von dem Magnetiſmus der Erdkugel.

§. 1093.

Allgemeines Phänomen.

Die Magnetnadel behauptet eine beſtändige und eine ſolche Richtung, daß ſie immer nach demſelben Pole der Welt ein und daſſelbe Ende kehrt.

Erklärung.

Ohne die Möglichkeit irgend einer andern Urſache auszuſchließen, nimmt Hr. Prevoſt diejenige an, die ſeine Hypotheſe angiebt.

Wenn man alles das wegwirft, was den wahren Grundſätzen der Naturlehre entgegen iſt, ſo laſſen ſich die bis jetzt erdachten Erklärungen auf die Vorausſetzung eines großen innern Magnets zurückbringen. Aber auch ſelbſt die bloße Annahme eines ſolchen Körpers, der ſich frey bewegen ſoll, ſcheint wegen der innern Dichtigkeit der Erde unzuläſſig zu ſeyn.

Die Urſache, die die Hypotheſe des Hrn. Prevoſt angiebt, iſt dieſe: **Eins von den Elementen der magnetiſchen Flüſſigkeit, befindet ſich in einer größern Menge auf der einen Halbkugel, als auf der andern.** Man ſieht, daß dieſe Urſache hinreicht, und in ſo fern es hier übrigens gemiſchtes Fluidum giebt, ändert ſie die andern Phänomene nicht. Aber man verlangt die Urſache von dieſer Urſache zu wiſſen. Hr. Prevoſt glaubt dieſelbe in derjenigen anzutreffen, die die Ungleichheit der Wärme der beiden Halbkugeln hervorbringt *). Es ſey entweder, daß man die Sonne als die Quelle eines der magnetiſchen Elemente anſehe, oder daß die Sonne, indem ſie auf die magnetiſchen Elemente ungleich wirkt, ihre ungleiche Anhäufung in den zweyen Halbkugeln hervorbringe; oder daß man endlich dieſe Vorausſetzungen auf die gemiſchte Flüſſigkeit anwendet, und eine Ungleich-

*) Sur la chaleur §§. 128. 141.

gleichheit in den Anziehungen ihrer Elemente zuläßt, die die übrigen Phänomene nicht merklich ſtören könnte.

§. 1094. Die Abweichung der Magnetnadel, wovon man noch nicht die Periode hat beſtimmen können, die aber in einer langen Reihe von Jahren ihre Fortſchritte und ihre Gränze hat, ſollte ſie von den Bewegungen abhängen, wodurch die Veränderung der Schiefe der Ecliptic, die Vorrückung der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe, und vielleicht noch einige andere Phänomene dieſer Art hervorgebracht werden? Wenn es wahr wäre, daß der Magnetismus der Erdkugel von der oben (§. 1093.) angezeigten Urſache abhienge, ſo iſt ausgemacht, daß gewiſſe Bewegungen der Axe ihn afficiren müßten.

§. 1095. Die tägliche Abweichung (die ausgemacht iſt) läßt ſich nicht aus der Wirkung der Sonne auf einen innern Magnet, auch nicht aus der Wirkung auf die Eiſenerze erklären. Denn die Sonnenwärme von zwölf oder funfzehn Stunden dringt keinesweges in eine hinreichende Tiefe ein, um den Magnetismus dieſes vermeinten innern Magnets, oder jene Eiſenerze zu modificiren. Es wäre aber nicht unbegreiflich, daß ſie den Zuſtand der magnetiſchen Flüſſigkeit in der Atmoſphäre, oder in der äußerſten Oberfläche det Erde abänderte *).

* * *

§. 1096. Unter ſo vielen von berühmten Männern zur Erklärung des Magnetismus ausgedachten Hypotheſen, glaubt Hr. Prevoſt bloß die des Hrn. Aepinus in Betrachtung ziehen zu müſſen.

Die Hypotheſe dieſes Naturforſchers und die ſeinige unterſcheiden ſich weſentlich von einander; denn er nimmt bloß eine Flüſſigkeit an, Hr. Prevoſt aber zwey. Doch kann die eine als das Bild der andern angeſehen werden, in ſo ferne man nicht vorausſetzt, daß das Fluidum aus dem Eiſen heraus, oder in daſſelbe hinein gehe. Aber ſo bald man genöthigt iſt, zu dieſer Vorausſetzung zurückzukommen (§. 1029.), ſo wird die Hypotheſe des Hrn. Aepinus unzuläng-
lich

*) Die neuern Beobachtungen des Hrn. Caſſini beweiſen, daß die tägliche Abweichung in tiefen Kellern minder merklich iſt, als an der Oberfläche der Erde. Eben dieſer Naturforſcher hat eine jährliche, ſehr beſtändige, periodiſche Abweichung entdeckt. Ferner erhellet aus ſeinen Bemerkungen, daß die Abweichung, deren längſte Periode noch nicht beſtimmt iſt, einen beſtändigern Gang befolgt, als man bis jetzt aus den ältern Beobachtungen ſchließen konnte. (*Journ. de Phyſ. Avril et Mai* 1792.) A. d. O.

lich und mangelhaft, und kann die ſeinige nicht mehr erſetzen. Denn nun wird das auffallendſte Phänomen nach dieſer Hypotheſe unerklärbar, wie das der Anziehungen und Zurückſtoßungen (§. 1089.). Setzt man bloß eine um das magnetiſche Eiſen verbreitete Flüſſigkeit voraus, ſo bekommt man denſelben Erfolg, der beym Eiſen im natürlichen Zuſtande ſtattfindet (§. 1092.). Indem ſich die Flüſſigkeit um die Pole präcipitirt, oder von ihnen ſich plötzlich entfernt, verhindert ſie jede bemerkbare Einwirkung des Magnets auf das Eiſen, oder was einerley iſt, des magnetiſchen Stabes auf den, welcher im natürlichen Zuſtande iſt.

§. 1097. Daſſelbe würde ſtattfinden, wenn die zwey Flüſſigkeiten bloß gemengt, nicht aber gemiſcht wären. Eben dieſe Vermiſchung ihrer Theilchen macht ſie unbeweglich bey dem Pole eines Magnets (§. 1088.). Und von dieſem Umſtande allein hängen alle die beſchriebenen Wirkungen ab. Wenn man darthun könnte, daß ein gemiſchtes Theilchen durch die Gegenwart eines Theilchens der reinen Flüſſigkeit bemerkbar afficirt würde, ſo würde freylich das ganze Gebäude in ſeiner Grundlage erſchüttert werden.

* * *

Außer den bisher in der Lehre vom Magnetismus angezeigten Schriften gehören noch zu den merkwürdigſten darüber:

Petri van Muſchenbroek diſſert. phyſica experimentalis de magnete; in ſeinen *diſſ. phyſ. et geom.* S. 1. ff.

Leon. Euleri opuſculor. T. III. continens novam theoriam magnetis. Berol. 1751. 4.

Tentamen theoriae electricitatis et magnetiſmi, auctore *F. V. T. Aepino.* Petropol. (1759.) 4.

Hrn. Anton Brugmanns Beobachtungen über die Verwandtſchaften des Magnets. a. d. Lat. von C. G. Eſchenbach. Leipz. 1781. 8.

Theoretiſche und practiſche Abhandlung der Lehre vom Magnete mit eignen Verſuchen, von Tiberius Cavallo. A. d. Engl. Leipz. 1788. 8.

Neun=

Neunter Abſchnitt.

Nähere Betrachtung unſerer Erde und der Atmoſphäre.

§. 1098.

Wir haben nun noch unſern Erdkörper, den wir bewohnen, und die Atmoſphäre, die ihn umgiebt, mit den in derſelben vorgehenden Erſcheinungen, näher zu betrachten. Die Beſtimmung der Geſtalt, Größe, und der Verhältniſſe und Beziehungen unſeres Erdballs gegen andere Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems überlaſſen wir der Aſtronomie. Wir betrachten hier 1) das feſte Land, a) nach ſeiner äußern Beſchaffenheit, b) nach ſeiner innern Conſtruction, ſo weit wir ſie durch Beobachtungen über die Gebürge, und durch bergmänniſche Erfahrungen kennen; 2) das Meer, und die Gewäſſer des feſten Landes; 3) die Atmoſphäre, mit ihren mannigfaltigen Materien.

Feſtes Land.

§. 1099. Den größten Theil unſerer Erdkugel bedeckt das Meer. Das feſte Land, das gewiſſermaßen als zwey große und als eine Menge kleinerer Inſeln daraus hervorragt, iſt auf ſeiner Oberfläche ziemlich unregelmäßig gebildet, und man darf nur hie und da einen flüchtigen Blick auf das übrige feſte Land und den Lauf der darauf befindlichen Flüſſe werfen, um zu finden, daß es ſich vom Meere nach dem Innern hin mit ſehr verſchiedenen Abwechſelungen von kleinen und größern Erhöhungen und

und in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen erhebt, welche die Hügel, Anhöhen, einzelne Berge, und zuſammenhängende Gebirge, Bergreihen und Bergketten bilden, zwiſchen denen Vertiefungen von verſchiedener Größe und Geſtalt, Schluchten und Thäler entſtehen.

§. 1100. Die Seeküſten ſind gewöhnlich die niedrigſten Theile des feſten Landes, und im Allgemeinen pflegt der mittlere Theil deſſelben der höchſte zu ſeyn. Solche Stellen werden überhaupt Landhöhen, oder wenn ſie ſich in weite Flächen ausdehnen, Plattformen, und wenn ſie ſich weit fort erſtrecken, Landrücken oder Bergrücken genannt. Die großen Bergketten des feſten Landes ſcheinen faſt durchgängig zuſammenzuhängen, und ſelbſt die Inſeln des Meeres können als die Gipfel der unter dem Meere liegenden Gebirgsketten angeſehen werden. Die Hauptgebirgsketten ſelbſt beſtehen zur Seite gemeiniglich aus kleinern Reihen von Gebirgen. Eine allgemeine oder regelmäßige Anordnung in der Richtung dieſer Bergketten, darf man aber wol nicht in dem allgemeinen Plane der Natur ſuchen.

§. 1101. Der Lauf der Flüſſe zeigt an, welche Gegend des feſten Landes höher iſt, als eine andere. Unter der Höhe eines Berges über einen andern Ort, verſteht man die Perpendicularlinie, welche von der Spitze des Berges bis zu der Horizontalfläche des Orts gezogen wird, und gemeiniglich giebt man dieſe Höhe über der Meeresfläche an. Man findet ſie entweder durch geometriſche Ausmeſſung, oder durch Waſſerwägen, oder durch das Barometer. Vermittelſt des letztern beſtimmt man auch die

Höhe einer Gegend oder eines Orts überhaupt über der Meeresfläche.

Von den merkwürdigſten Gebirgen und ihrem Laufe.

Torbern Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von Röhl, Greifsw. 1780. 4. *G. S. Pallas* Obſervations ſur la formation des montagnes, à St. Petersbourg. 1777. 4., überſ. in den Sammlungen zur Phyſ. und Naturgeſch. B. I. S. 131. ff.

Von den durch Meſſungen gefundenen Höhen der vornehmſten Berge und Oerter.

Paſumot, im *Journ. de Phyſ. T. XXIII.* S. 193. ff. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. I. S. 302. *Sennebier*, im *Journ. de Phyſ. T. XXVIII.* S. 467. *van Swinden* poſitiones phyſic. T. II. S. 236. ff.

§. 1102. Im Ganzen genommen kömmt die Höhe der Berge gegen die Dicke der Erdkugel in faſt gar keinen Betracht, und ſie nebſt den Thälern benehmen ihr alſo ihre Kugelgeſtalt bey weitem nicht, wenn wir uns die Erde im Ganzen vorſtellen. Die Gebirge ſelbſt haben eine beträchtliche Menge **Klippen** und ſchroffer **Felſen**, aber die mehreſten und beträchtlichſten ſteigen doch ſanft an, und ſind an ihrem weit ausgebreiteten **Fuße**, und an ihrem Abhange, ſo wie die Landhöhen, mit der zum Wachsthum der Pflanzen beſtimmten **Dammerde** bedeckt. Nur die höchſten ausgenommen, ſind die mäßigen Gebirge und Bergketten mit **Waldungen** gezieret. Hie und da finden ſich Landebenen mit vielem Sande bedeckt.

§. 1103. Aus der äußern Oberfläche der Berge oder Gebirge laſſen ſich keine ſichern Merkmale über ihre Natur und ihr Inneres ſchließen, und die ehemalige Eintheilung der Gebirge in **hohe**, **Mittelgebirge** und **Vorgebirge**, iſt daher völlig überflüſſig. Es kommt vielmehr alles auf die innere

Conſtruction an, die, ſo weit wir ſie durch bergmänniſche Erfahrungen kennen, von mannigfaltigem Unterſchiede iſt.

§. 1104. Erſt die neuern Naturforſcher haben dieſen Unterſchied der innern Beſchaffenheit der Gebirge genauer zu beſtimmen geſucht, und ſind auf die dabey vorgefundenen wichtigen Documente zur Geſchichte der Entſtehung der Berge und unſeres feſten Landes aufmerkſamer geweſen. Das Innere der Gebirge liefert uns offenbare Spuren ihres verſchiedenen Alters, und wenn dieſe gleich noch nicht zu einer allgemein befriedigenden Vorſtellung der Geologie hinreichen, ſo laſſen ſie ſich doch zu beſondern coſmologiſchen Folgerungen allerdings nützen.

Pallas oben (§. 1101.) angeführte Schrift. *J. A. de Luc* Lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'homme. à la Haye. 1779. T. I. — V. gr. 8. J. A. de Luc phyſik. u. moral. Briefe über die Geſch. der Erde und des Menſchen. B. I. II. Leipz. 1781. 8. Mineralogiſche Geographie der churſächſiſchen Lande, von J. Fr. W. Charpentier. Leipz. 1778. 4. Briefe über die Gebirgslehre von J. C. W. Voigt. Weimar 1786. 8. Saußure's Reiſen durch die Alpen (ſ. oben S. 17.). Erfahrungen vom Innern der Gebirge, nach Beobachtungen geſammlet, von *Friedr. Wilh. Heinr. von Trebra.* Deſſau u. Leipz. 1785. Fol. Kurze Claſſification und Beſchreibung der verſchiedenen Gebirgsarten, von A. G. Werner. Dresden 1787. 4. De Luc's Briefe an de la Metherie; im Journ. der Phyſ. (werden fortgeſetzt).

§. 1105. Dieſen neuern Beobachtungen ſcheint es am gemäßeſten zu ſeyn, vier Hauptclaſſen der Gebirge feſtzuſetzen, die unverkennbar in verſchiedenen Epochen entſtanden ſind. Die erſte Claſſe machen die uranfänglichen Gebirge. Dieſe ſind es, welche von den anſehnlichſten Bergketten der Erdfläche den Körper ſelbſt ausmachen, die höchſten Gebirgs=

birgsketten bilden, in der Tiefe zuſammengehen, und wahrſcheinlich auch das Innerſte unſerer Erde, oder, wenn wir lieber wollen, eine um die ganze Erde gehende feſte Schaale bilden, auf der das Meer und die übrigen Gebirgsarten ſämmtlich aufliegen. In einem und eben demſelben Stücke uranfänglichen Gebirges wechſeln höchſt ſelten Lager verſchiedener Bergarten mit einander ab, ſondern das Ganze beſteht gewöhnlich nur aus einer einzigen Art. Sie führen daher auch häufig den Namen der **einfachen Gebirge**, welches aber zu Verwechſelungen Anlaß geben kann. Es finden ſich in ihnen keine Verſteinerungen und keine Seeproducte. Die vornehmſten und häufigſten Gebirgsarten dieſer Claſſe ſind **Granit, Gneuß, Sienit, Glimmerſchiefer, Hornblendſchiefer, Thonſchiefer, Porphyr, Porphyrſchiefer, Trapp, Mandelſtein, Serpentinſtein.**

§. 1106. Meiſtens ſind dieſe Geſteinarten in regelmäßige Lager abgetheilt, deren **Dicke, Streichen** und **Fallen** aber ſehr verſchieden iſt. Die leeren Ritze, welche eigentlich die Lager bilden helfen, heißen **Flötzklüfte**. Außerdem aber finden ſich auch andere ſolche Ritze und Spaltungen, welche jene und die Lager ſelbſt durchſchneiden, die **Gangklüfte**, welche, wenn ſie mit andern Foſſilien, als die Gebirgslager ſind, angefüllt ſind, **Gänge** heißen; das, was ſie ausfüllt, heißt die **Gangart**. Die Foſſilien, welche die Gränzen zwiſchen dieſer Gangart und den Gebirgslagern ausfüllen, heißen die **Saalbänder**.

Neue Theorie von der Entſtehung der Gänge, von Abr. Gottl. Werner. Freiberg 1791. 8.

§. 1107. Die Gänge ſelbſt (§. 1106.) ſind theils erzführende oder fündige Gänge; theils nicht, oder taube Gänge. Jene enthalten alle Arten von Metallen und deren Erzen. Vorzüglich eigen ſind ihnen Gold-, Silber-, Kupfer, Bley- und Zinkerz. Außerdem aber ſind ſie an vielen Stein- und Erdarten reich, als: Quarz, Kalkſpath, Schwerſpath, Jaſpis, Flußſpath, Feldſpath, Glimmer, Hornblende, u. ſ. w. Dieſe machen auch die Beſtandtheile der tauben Gänge, mehr oder weniger mit einander gemengt, aus.

§. 1108. Dieſe Gänge eines und eben deſſelben uranfänglichen Gebirges laufen nichts weniger, als parallel mit einander. Gewöhnlich haben innerhalb einem Bezirk von einer Quadratmeile ſelbſt die Hauptgänge eines und eben deſſelben Reviers ein ganz verſchiedenes Streichen, und nicht weniger pflegt das Fallen derſelben in Beziehung auf einander häufig abzuwechſeln. Selten ſind zwey oder mehrere Gänge, die in kurzen Entfernungen im Streichen ſehr von einander abweichen, gleich edel.

Daß die Hauptgänge eines Reviers mit den nächſten Flüſſen, Bächen, Thälern, und Schluchten gleichlaufend ſtreichen, haben einige aus einzelnen Erfahrungen zu übereilt aufs Ganze angewendet.

§. 1109. Außer den Gängen finden ſich auch noch andere erzführende Lagerſtätte in den uranfänglichen Gebirgen; welche Gebirge auch da, wo ſie mit den Gängen durchſchnitten ſind, von einigen Ganggebirge genannt, und als eine eigene Claſſe unterſchieden werden. Jene erzführende Lagerſtätte ſind gewiſſe Schichten, die mit den Lagern der ei-

gentlichen Gebirgsart parallel laufen, aber mit andern Foſſilien und vorzüglich mit allerley Erzen angefüllt ſind; daher ſie vorzugsweiſe Erzlager heißen. Iſt hingegen ein ganzer Erzklumpen in der Gebirgsart ſelbſt zerſtreuet, daß man keine Regelmäßigkeit darin wahrnehmen kann, ſo wird es ein Stockwerk genannt. Dergleichen Stockwerke ſind nur dem Granit hauptſächlich eigen, und auf edle Metalle iſt nicht ſehr darin zu rechnen.

§. 1110. Die zweyte Hauptclaſſe (§. 1105.) der Gebirge machen die Flötzgebirge aus. Sie tragen unverkennbare Spuren einer ſpätern Entſtehung, und weichen in ihrer Conſtruction ſehr merklich von den uranfänglichen ab. Sie beſtehen aus Schichten oder Lagern, die an ſich ſelbſt einzeln mehrentheils aus einer gleichförmigen Materie beſtehen, und ſelten mit andern Foſſilien gemengt, unter einander aber aus Lagern von verſchiedener Materie zuſammengeſetzt ſind. Jedes Lager an und für ſich heißt ein Flötz; im Ganzen aber müſſen alle die, welche Flötzgebirge bilden, unter einander gleichlaufend ſeyn.

§. 1111. Wo die Flötzgebirge mit den uranfänglichen Gebirgen zuſammenlaufen, da werden dieſe jederzeit von jenen bedeckt, und nie findet man es umgekehrt. Die Flötzgebirge ſind alſo offenbar neuerer Erzeugung, als die erſtere Claſſe. Ihre Form, und insbeſondere die ſo häufig darin vorkommenden verſteinerten Seeproducte, ſetzen es außer allen Zweifel, daß ſie auf naſſem Wege, als Bodenſätze aus dem Waſſer, aber wahrſcheinlich vielleicht in verſchiedenen Perioden, gebildet ſind, da die ver-

ſchiedenen einzelnen Flötze keinesweges nach ihrem verſchiedenen eigenthümlichen Gewichte geordnet und gelagert ſind.

§. 1112. Die einzelnen Flötze der Flötzgebirge (§. 1110.) ſind am häufigſten dichter Kalkſtein, Stinkſtein, Mergel, Sandſtein, Grauwacke, Schieferthon, Steinkohlen, Kreide mit innliegendem Feuerſtein, Steinſalz, Gyps, Eiſenthon, bituminöſer Mergelſchiefer. Außer letztern finden ſich in metalliſchen Flötzen beſonders Galmey, Bleyglanz, Erdkobalt, und Braunſtein. Unter allen dieſen pflegt immer eines das Hauptflötz zu ſeyn, und die übrigen in Anſehung ihrer Mächtigkeit, oder auch des Erſtreckens, (oder des Werthes,) unbeträchtlicher.

In verſchiedenen Gegenden iſt eine Flötzart ein ſicheres Merkmal, daß das metallführende Flötz ſeine Endſchaft erreicht habe, wie z. B. das Todte Liegende im Mansfeldiſchen und Thüringiſchen.

§. 1113. In den Flötzgebirgen finden ſich auch Gänge und Gangklüfte (§. 1107.), die ſich hinlänglich durch ihr allgemeines Kennzeichen unterſcheiden, nach welchem ſie die Gebirgslager, alſo in dieſem Falle die Flötze, durchſchneiden. Die Rücken und Wechſel, welche oft ein großes Hinderniß beym Flötzbau abgeben, ſind, einiger dagegen gemachten Einwendungen ungeachtet, in den mehreſten Fällen, in der That wahre Gänge.

§. 1114. Die Verſteinerungen und Abdrücke, die wir in und zwiſchen den Lagern dieſer Flötzgebirge antreffen, rühren zwar größtentheils von Seeproducten her, ſeltener enthalten ſie aber auch,

be-

beſonders die flachliegenden, ſolche von Landthieren und Abdrücke von Pflanzen. Höchſt merkwürdig iſt es, daß man in den Flötzen der nördlichen Länder viele Producte der ſüdlichen Länder antrifft; in denen der ſüdlichen Gegenden aber nie ſolche, die bloß den nördlichen Ländern allein zukämen. Unter allen Verſteinerungen machen die Schaalen der Schaalthiere bey weitem den größten Theil aus, und ſind faſt allenthalben auf der Erde in den Flötzen, beſonders den Kalkflötzen, zerſtreut. Oft machen ſie ganze Schichten und Bänke aus. Abdrücke und Verſteinerungen von Fiſchen trifft man ebenfalls häufig an, im Kalkſtein, oder bituminöſen Mergelſchiefer, wie z. B. in unſerer Nachbarſchaft im Mansfeldiſchen. Zu einigen Verſteinerungen hat man die Originale bis jetzt noch nicht angetroffen, wie z. B. die Ammonshörner, Belemniten. Von manchen ſind die Originale äußerſt ſelten, und doch die Verſteinerungen außerordentlich häufig, wie die Terebratuliten. Manche werden in ungeheurer Größe gefunden, da die Originalien, welche wir davon kennen, ungemein viel kleiner ſind. Daß dieſe Verſteinerungen bloße Spiele der Natur wären, wie einige vorgegeben haben, wird der nimmer glauben, der ſich näher mit ihnen beſchäfftigt hat, und der, wenn er auch gleich die Sammlung derſelben nicht bis zur Spielerey treibt, und noch weniger die Kenntniß derſelben als einen Hauptzweck der Mineralogie anſieht, doch ſie als Urkunden und Denkmäler zum Unterrichte über die Veränderung der Erdfläche nützt und ſchätzt.

§. 1115.

§. 1115. Die dritte Hauptclaſſe der Gebirge (§. 1105.), die aufgeſchwemmten Gebirge, kommen in ſo fern mit den Flötzgebirgen überein, daß ſie ebenfalls Spuren einer neuern Erzeugung an ſich tragen, und unleugbar auf naſſem Wege entſtanden ſind. Ihre Lage und Conſtruction, und ihre Materie zeigt aber unleugbar, daß ſie noch ſpätern Urſprunges, als die Flötzgebirge ſind. Sie ſind faſt ganz aus Theilen uranfänglicher und der Flötzgebirge zuſammengeſetzt, die in Lagern von verſchiedener Dicke über einander liegen.

§. 1116. Man unterſcheidet mit Recht zwey Hauptordnungen dieſer aufgeſchwemmten Gebirge (§. 1115.), nemlich plattes Land- und Seifengebirge. Jenes iſt entweder ganz eben, oder ſehr ſanft und faſt unmerklich anſteigend, und nur hie und da mit kleinen Hügeln beſetzt. Es iſt auf der Oberfläche faſt überall mit Dammerde, die offenbar organiſchen Urſprungs iſt, und auch den Pflanzen ſelbſt zur Nahrung dient, mit Lehm und Sand bedeckt, deren Schichten auch wol mit einander abzuwechſeln pflegen. Wenn man den Torf noch zu den mineraliſchen Producten rechnen will, ſo iſt er den aufgeſchwemmten Gebirgen eigen. Die einzige in dieſen Gebirgen bekannte Metallart iſt Raſeneiſenſtein. Die aufgeſchwemmten Gebirge enthalten wenige Seeproducte, dagegen aber oft eine große Menge verſteinertes Holz, Abdrücke von Pflanzen, Knochen von Landthieren; ganze Baumſtämme, gewöhnlich als braune Kohlen, an denen oft noch Rinde und Jahrgänge zu bemerken ſind. Höchſt merkwürdig iſt es, daß auch hier Producte von ſüdlichen Landthieren in nördlichen Gegenden angetroffen werden, wo die Originale

nale ſelbſt wol niemals ſich haben aufhalten können; wie die unbeſchreibliche Menge der Elephanten-, Nashorn-, und Büffelknochen an der Weſtſeite der uraliſchen Gebirge, und das gegrabene Elfenbein in Sibirien und in Nordamerica beweiſt.

§. 1117. Die Seifengebirge (§. 1116.) enthalten lauter Geſchiebe von Granit, Quarz und dergleichen Steinarten, die zuweilen mit Thon und Lehm verbunden, zuweilen in abgeſonderten Lagen angetroffen werden. Vorzüglich findet ſich dieſe zweyte Art der aufgeſchwemmten Gebirge in den tiefen und weiten Thälern der höhern uranfänglichen Gebirge. Daher treffen wir auch in den mehreſten bloße Erzeugniſſe der letztern an. Dergleichen ſind Edelgeſteine, Granitgeſchiebe, mit eingemengtem Zinnſtein, Eiſenſteingeſchiebe, und Goldſand.

§. 1118. Die vierte und letzte Hauptclaſſe (§. 1105.) machen die vulcaniſchen Gebirge aus. Wir finden hin und wieder feuerſpeyende Berge oder Vulcane, deren Ausbrüche noch dauren, und die von Zeit zu Zeit, oft eine ungemein große Menge glühender und calcinirter Steine, und geſchmolzener und fließender Lava mit einem ungeheuren Wirbel von Rauch, Dampf und Flamme, oft bis zu einer anſehnlichen Höhe, aus ihren Schlünden oder Cratern ausſtoßen. Ihre fürchterlich große Wirkung und ihr Anblick übertrifft nach dem Zeugniß der Beobachter alle Vorſtellung, die man ſich davon machen kann; und ihre verheerende Kraft erſtreckt ſich nicht ſelten Meilenweit.

Hiſtoire et phénomenes de Veſuve, expoſées par le P. *de la Torre*, à Naples, 1776. 8. deutſch von Lentin, Altenb. 1783. 8. Des Ritter Hamilton Campi phlegraei, or obſervations on the vulcanos of the two Siciles.

Siciles. Napoli. Vol. I. II. 1776. fol. *Aleſſ. Catani* lettere critica filoſofica ſu della veſuviana eruzzione accaduta nell' anno 1767. Catania, 1768. 4. Umſtändliche Beſchreibung des letztern Ausbruchs des Veſuvs im J. 1779, von Hrn. Duchanoy; aus dem *Journ. de Phyſ.* von 1780. überſ. in den Samml. zur Phyſ. u. Naturgeſch. B. II. S. 541. ff. Wunder der feuerſpeyenden Berge, in Briefen an einen Freund, von Friedr. Knoll. Erfurt 1784. 8.

§. 1119. Man ſieht leicht ein, daß ſich bey dem Ausbruch eines ſolchen heftigen vulcaniſchen Feuers, theils durch die ausfließende und ſich herum aufthürmende Lava und die ausgeworfenen Steine, theils durch die dadurch entſtehende Zerſtörung und Zerrüttung des Innern eines Berges, und die etwa nach dem Ausbrennen erfolgende Zuſammenſtürzung ſeiner Schlünde, beträchtliche, und nach der Größe und Dauer einiger jetzt noch brennenden Vulcane zu urtheilen, ſich weit erſtreckende Veränderungen in der innern Conſtruction des Berges zutragen müſſen. So treffen wir auch wirklich in mehrern Gegenden ſolche ausgebrannte Vulcane, und durch ihre Ausbrüche veränderte Gebirgsarten an. Dieſe **vulcaniſchen Gebirge** machen aber ſeltener zuſammenhängende Gebirge aus, und es iſt ihnen vielmehr beynahe characteriſtiſch, in freyſtehenden Bergen vorzukommen, deren Gipfel gewöhnlich nach innen zu eingeſunken ſind, und die Spuren ihrer Crater zeigen. Zuſammengefallene Vulcane enthalten oft in dieſer Gränze ihres Einſturzes kleine Seen. Indeſſen hat man in der That aus der äußern Form oft zu viel und zu voreilig geſchloſſen, und da vulcaniſche Gebirge angetroffen, wo nachherige genauere geognoſtiſche Unterſuchungen nichts weniger als dergleichen entdecken konnten.

Sir

Sir Will. Hamilton's Beobachtungen über den Veſuv, den Aetna, und über alle Vulkane überhaupt. a. d. Engl. Berlin 1773. 8. J. J. Ferbers Briefe aus Welſchland, Prag 1773. 8. De Luc Briefe über die Geſch. der Erde, Th. I. Br. 82. Th. II. Br. 92. u. ff. Recherches ſur les vulcans eteints du Vivaray et du Velay, par *Faujas de St. Fond*, à Paris 1775. fol. im Auszuge nach *de la Lande* überſ. in den Samml. zur Phyſ. u. Naturgeſchichte, B. II. S. 72. ff. Collini Tagebuch einer Reiſe, a. d. Franz. von Schröter, Mannheim, 1777. 8. Deſſelben Betrachtungen über die vulcaniſchen Gebürge, a. d. Franz. Dresd. 1783. 4. Dolomieu Reiſe nach den lipariſchen Inſeln; a. d. Fr. vom Leg. R. Lichtenberg, Leipz. 1783. 8. D. C. W. Noſe orographiſche Briefe über das Siebengebürge am Niederrhein, I. II. Th. Frankfurt 1789. 1790. 4. Ebendeſſelben Beyträge zu den Vorſtellungsarten über vulcaniſche Gegenſtände, Frankf. 1792. 8.

§. 1120. Wenn man gleich dem Innern der vulcaniſchen Gebirge nicht alle Eintheilung oder Abſonderung in Lagen und Schichten abſprechen kann, ſo iſt doch die Ordnung der darin vorkommenden Steinarten weit unregelmäßiger, als jede der übrigen. Lava, Bimsſtein, und vulcaniſcher Traß, die wir in ihnen finden, ſind ohne Widerſpruch Foſſilien, welche den vulcaniſchen Ausbrüchen ihren Urſprung zu verdanken haben. Bey dem Baſalte hingegen, der oft in ziemlich regelmäßigen gegliederten, oft freyſtehenden Säulen vorkömmt, wie der irländiſche Rieſenweg u. d. gl. zeigt, ſind die Meinungen noch getheilt, ob er wirklich vulcaniſchen Urſprungs ſey oder nicht; allein ich bin nach den von Hrn. Werner, Karſten, Widemann beygebrachten Gründen geneigt, ihn zu den ältern Flötzgebirgen zu rechnen, und ſeine Bildung, wie die aller Flötzgebirgsarten, dem naſſen Wege, und nicht dem Feuer, zuzuſchreiben.

Bergmann de productis vulcaniis, in ſeinen *opuſc. phyſ. chem. Vol. III.* S. 200. Gedanken über die Bildung des

Baſalts

Baſalts und die vormalige Beſchaffenheit der Gebirge in Deutſchland, von *A. F. v. Veltheim*, Braunſchw. 1789. 8. Ferbers, Faujas de St. Fond, de Luc's, Dolomieu's vorher (§. 1119.) angeführte Schriften. Voigt, in Höpfners Magaz. B. IV. S. 214.

Werners oben (§. 1104.) angef. Schrift., ferner im bergmänniſchen Journale 1788. S. 513. und 1789. S. 345. 485.; Karſten, ebendaſ. 1788. S. 345. J. L. von Lehmann, der Baſalt chemiſch und phyſiſch beurtheilt, Frankf. 1789. 8. Widemann, in Höpfners Magaz. B. IV. S. 137.

§. 1121. Das Alter dieſer vulcaniſchen Gebirge iſt wol ſehr verſchieden, und fällt theils zwiſchen dem der Flötz- und aufgeſchwemmten Gebirge, theils mit den letztern zuſammen. Man findet hin und wieder, daß die Vulcane theils beide, theils nur eines dieſer Hauptgebirgsarten durchbrochen und überſchüttet haben; noch aber hat man keine zuverläſſige Beobachtungen darüber, daß ſie unter und innerhalb den uranfänglichen Gebirgen ſelbſt vorkämen. Zu den älteſten Vulcanen müſſen ohne Zweifel diejenigen gerechnet werden, die man ſchon mit Kalkſchichten und calcinirten Conchylien bedeckt findet, deren Lagerung alſo erſt in nachherigen Revolutionen der Erde geſchahe.

§. 1122. Die Urſach des Feuers und der Ausbrüche der Vulcane iſt wol nicht tief im Innerſten der Erde zu ſuchen, noch von einem ſogenannten, aber nicht durch hinlängliche Gründe erwieſenen Centralfeuer mitten in der Erde abzuleiten. Auch von der Electricität hat man ſie ſogar ableiten wollen, die doch gewiß nur Wirkung, nicht Urſach dabey iſt. Die überaus große Menge entzündlicher Mineralien, Schwefelkieß, Schwefel, Steinkohlen, bituminöſer Mergelſchiefer, Alaunſchiefer und andere

re brennbare Mineralien liefern ohne Zweifel den Stoff, und unterirdiſche Höhlen, Schlünde und Abgründe, die mit der äußern Luft Gemeinſchaft haben, Gemeinſchaft dieſer Schlünde unter einander ſelbſt, weite Verbreitung der Lager und Schichten entzündlicher Mineralien, ſelbſt bis unter den Meeresboden, das Eindringen des Waſſers zu dieſen Höhlen, die Verwandlung deſſelben in der Glühehitze in dephlogiſtiſirte Luft, worin alles mit reißender Heftigkeit verbrennt, die Erhitzung der Schwefelkieße mit Waſſer, alles dies läßt ſich auf die Vulcane anwenden, und daraus ein wahrſcheinlicher Schluß auf ihren Ausbruch, die Stärke, Dauer und Größe deſſelbigen hernehmen.

§. 1123. Aehnliche Urſachen bringen auch die ſo fürchterlichen Erderſchütterungen und Erdbeben hervor, die überhaupt mit den vulcaniſchen Ausbrüchen genau zuſammenhängen, und in der Nachbarſchaft von Vulcanen am häufigſten vorkommen. Die Erſchütterungen ſelbſt äußern ſich nicht auf einerley Art, und erſtrecken ſich in verſchiedene Weiten, kommen ſeltener oder häufiger in einem gewiſſen Striche vor, je nachdem die wirkenden Urſachen ſelbſt beſchaffen ſind.

Sam. Chriſt. Hollmann de terrae motibus, inprimis nupero ulyſſiponenſi; in ſeiner *Sylloge commentation.* S. 1. ff.

Sir Will. Hamilton Nachricht von den letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien; a. d. Engl. von G. F. Wehrs, Hannover 1784. 4. Neue und ausführliche Nachricht von den — in Meſſina und Calabrien ſich ereigneten ſchrecklichen Erdbeben, Berlin 1783. 8. Abhandlung über das Erdbeben in Calabrien im Jahr 1783., a. d. Fr. von Deodat de Dolomieu, Leipz. 1789. 8. Phyſikal. Gedanken von Erdbeben und deren Fortpflan-

pflanzung unter der Erde, von D. Joh. Gottl. Lehmann, Berl. 1787. 8. Gehlers phyſ. Wörterb. Th. II. S. 1. ff.

§. 1124. Die unterirdiſchen Höhlen, die man hin und wieder, beſonders in Kalkgebirgen, antrifft, und wovon mehrere wegen ihrer Größe oder ihrer Bildung ſehr merkwürdig ſind, hat man ebenfalls gewaltſamen vulcaniſchen Erhebungen und Spaltungen der Gebirgslager zugeſchrieben. Es iſt aber weit wahrſcheinlicher, daß ſie vielmehr durch das Einſinken und Nachgeben der untern Schichten während oder nach der Erhärtung der darüber liegenden Schichten entſtanden ſind.

Bergmanns phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, Th. I. 2 Abth. Cap. 7.

§. 1125. Von der eigentlichen innern Beſchaffenheit der Erde wiſſen wir aus gänzlichem Mangel an Beobachtungen gar nichts, und können alſo nicht beſtimmen, ob die uranfänglichen Gebirge auch durch die Erde ganz hindurchſetzen, und ihr Innerſtes ausmachen, oder nicht.

Meer.

§. 1126. Die größten und tiefſten Thäler der Erdrinde ſind mit dem Waſſer des Weltmeeres bedeckt, deſſen Boden dem trockenen Lande darin ähnlich iſt, daß Thäler, Hügel, Felſen und Berge mit einander abwechſeln, wie die daraus hervorragenden Klippen und Inſeln, die verſchiedenen Untieſen und die Meerbuſen beweiſen. Die Ungleichheit des Meeresbodens richtet ſich gewöhnlich nach der Ungleichheit der Küſten, doch machen die Inſeln häu-

fig

ſig Ausnahmen. Die Tiefe des Meeres iſt verſchieden. Nach der Linie zu iſt ſie größer. Die größte Tiefe deſſelben kennt man noch nicht.

§. 1127. Das Meerwaſſer hat einen ſalzigen bittern Geſchmack, und die chemiſche Zergliederung deſſelbigen zeigt, daß es, außer mehr oder weniger ſchleimigten und erdigten Theilen, Kochſalz und ſalzſaure Bitterſalzerde und Kalkerde oder Salzaſche enthält. Dieſe iſt auch der Grund von der Bitterkeit deſſelben, die man ſonſt fälſchlich vom Erdharz oder Bergfett herleitete. An manchen Küſten wendet man auch das Meerwaſſer wirklich zur Bereitung des Kochſalzes an, und das gehörig gereinigte Meer- oder **Boyſalz** unterſcheidet ſich von anderm reinen Kochſalze ganz und gar nicht. Das Meerwaſſer iſt aber nicht allenthalben gleich ſtark geſalzen. Nach der Linie zu und in der Tiefe pflegt es mehr Salz zu enthalten, als nach den Polen zu und obenauf. In der Nachbarſchaft großer einfallender Flüſſe iſt es auch nicht ſo ſtark geſalzen, als in der Mitte. Auf die Salzigkeit des Meeres an der Oberfläche hat natürlicherweiſe die Witterung Einfluß. Woher das Meer ſein Salz erhalten habe, ſcheint mir eine eben ſo unerhebliche Frage zu ſeyn, als woher das Steinſalz und die Salzquellen des feſten Landes rühren? Durchs Gefrieren wird, wie aus allen Salzauflöſungen, das Waſſer vom Salze geſchieden, und aufgethautes Eis des Meerwaſſers iſt daher trinkbar. Die Farbe des Meerwaſſers rührt theils von den darin ſchwimmenden oder aufgelöſten Theilen, theils von dem Boden des Meeres her. Verſchiedene darin wachſende Seekräuter können auch manchmal eine Farbe hervorbringen.

Torb.

Torb. Bergmann de aqua pelagica; in ſeinen *opuſc. phyſ. chemic. T. I.* S. 179. ff.

§. 1128. Das Waſſer des großen Weltmeeres iſt einer ziemlich regelmäßigen Bewegung unterworfen, ſo daß es in Zeit von etwa 24¾ Stunden gewöhnlich ſich zweymal an den Ufern erhebt, und zweymal wieder ſinkt und davon abfließt. Man nennt dieſe Bewegung des Meeres **Ebbe und Fluth** (aeſtus maris, affluxus et refluxus maris). Der Zufluß und das Steigen des Waſſers heißt die **Fluth** (fluxus), der höchſte Stand deſſelbigen die **hohe Fluth**, die **hohe** oder **volle See**, welche dann binnen ſechs Stunden wieder abläuft und dadurch die **Ebbe** (refluxus) macht. Der niedrigſte Stand hierbey heißt die **tiefe See**, auf welche dann wieder die Fluth eintritt. Dieſe Abwechſelung geſchiehet regelmäßig ſo, daß die hohe Fluth am folgenden Tage um 49 Minuten ſpäter kömmt, als am zunächſt vorhergehenden; oder die Zeit zwiſchen zwey nächſten hohen Fluthen beträgt 12 Stunden 24½ Minuten; daß alſo nach 30 Tagen ohngefähr die Ebbe und Fluth wieder um dieſelbige Zeit eintritt.

§. 1129. Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Ebbe und Fluth in einem Monat, zur Zeit des Voll- und Neumondes, oder etwa 1½ Tage nachher, ſtärker, und eben ſo auch zur Zeit des erſten und letzten Mondesviertels, oder noch eigentlicher 1½ Tage nachher, zweymal ſchwächer wird, als ſonſt. Beſonders wird in jenem Falle die Fluth am ſtärkſten, und in dieſem am ſchwächſten um die Zeit der Nachtgleiche. Zur Zeit der Sonnenwende aber iſt die Fluth in der Zeit des Voll- und Neumondes ſchwächer, als gewöhnlich, und in der Zeit der Mondsviertel

viertel ſtärker, als ſonſt in dieſem. Es giebt alſo bey der Ebbe und Fluth dreyerley regelmäßige Phänomene, nämlich tägliche, monatliche, und jährliche.

§. 1130. Endlich hat man gefunden, daß die hohe Fluth an den öſtlichen Küſten ſich eher ereignet, als an den weſtlichen; daß ſie zwiſchen den Wendekreiſen an den Orten, die in einerley Meridian liegen, zu gleichen Zeiten, außerhalb derſelben in größerer Breite ſpäter, als in geringerer Breite eintritt, und über 65° Breite beynahe gar nicht mehr wahrzunehmen iſt. Zwiſchen den Wendekreiſen fließt das Waſſer da, wo es nicht gehindert wird, der Regel nach bey der Ebbe nach Weſten zu ab.

§. 1131. Alle dieſe Umſtände bey der Ebbe und Fluth zeigen offenbar an, daß der Mond den Haupteinfluß darauf haben muß, und daß ſie Wirkungen der allgemeinen Schwere der Weltkörper gegen einander, und alſo auch der Erde gegen den Mond ſeyn müſſen. Vergeblich hat man ſich vor Newton bemühet, ſie aus andern Urſachen herzuleiten. — Durch die gemeinſchaftliche Schwere der Erde und des Mondes gegen einander haben ſie ein Beſtreben, ſich zu nähern, und zwar muß ſich dies ſowol bey dem feſten Erdkörper, als bey dem Waſſer darauf äußern. In Rückſicht des feſten Theiles der Erde iſt es eben ſo gut, als ob nur der Mittelpunkt der Erde allein dieſes Beſtreben hätte. Ferner muß die Aeußerung dieſes Beſtrebens oder die Gravitation deſto größer werden, je weniger ſchief die Richtung der Gravitation iſt, und je näher die Stellen der Erd- oder Waſſerflächen dem Monde zu liegen. Denn, wenn alle Theile der Erde gleichförmig und in paral-

leler Richtung vom Monde gezogen würden, und übrigens die Sonne keine Würkung der Gravitation darauf äußerte, ſo würde keine Veränderung der Lage der Waſſerfläche auf der Erde durch den Mond erfolgen können. Wenn die Erde A B D E (Fig. 128.) ganz mit Waſſer umgeben wäre, ſo würde dies Waſſer ohne den Mond, und ohne die Umdrehung der Erde um ihre Achſe, vermöge der Schwere deſſelben gegen die Erde eine vollkommene Kugelfläche auf der Erde bilden. Durch den Mond aber, dem die eine Halbkugel der Erde allemal zugekehrt, und gegen den die ganze Erde, und alſo auch das Waſſer darauf wechſelſeitig ſchwer iſt, wird die Sache geändert. Die Waſſerfläche A, die den Mond L gerade über ſich im Scheitel hat, und ihm alſo näher iſt, als der Mittelpunct C des feſten Kerns der Erde, wird durch denſelben in ihrer Gravitation gegen dieſen Mittelpunct der Erde zu vermindert. Die ungleich größere Schwere des Waſſers gegen die Erde, als gegen den Mond, hindert zwar die Entfernung des Waſſers von der Erde ganz und gar; allein der Druck deſſelben nach dem Mittelpuncte der Erde zu wird doch dadurch vermindert. Die andere Halbkugel der Erde iſt vom Monde weiter entfernt, und der Punct D am weiteſten, worin die gerade Linie zwiſchen dem Mittelpunct des Mondes und der Erde die vom Monde abgewendete halbe Erdfläche trifft. Das Waſſer wird hier wegen der größern Entfernung vom Monde ſchwächer angezogen, als die ganze Erde in ihrem Mittelpuncte C. Dadurch alſo, daß der Kern der Erde ſtärker gegen den Mond gravitirt, als hier das Waſſer, muß dies auch nothwendig in ſeiner Schwere gegen den Mittelpunct der Erde vermindert wer-

werden. Iſt alſo nun das Waſſer an beiden ſich entgegengeſetzten Stellen der Erdkugel weniger ſchwer gegen die Erde, als das dazwiſchen liegende und 90 Gr. davon entfernte in B und E, ſo iſt das Gleichgewicht des Drucks deſſelben gegen die Erde zu gehoben, und es muß auf der dem Monde zugekehrten Stelle A und der entgegengeſetzten D das Waſſer ſo lange ſteigen und aufſchwellen, und dazwiſchen in B und E ſo lange ſinken, bis das Gleichgewicht hervorgebracht iſt. Geſchiehet jenes Aufſteigen des Waſſers mitten auf dem Weltmeere, ſo muß dies zur Folge haben, daß das Waſſer an den Ufern abfließt, und alſo Ebbe eintritt; es muß aber nach ſechs Stunden wieder an den Ufern aufſchwellen, und alſo Fluth kommen, wenn das Waſſer mitten im Weltmeere ſich wieder ſenkt, nachdem es den Mond nicht mehr über ſich hat.

§. 1132. Die Zeit zwiſchen zwey nächſten hohen Fluthen iſt gerade die Hälfte der mittlern Zeit, worin der Mond ſeinen täglichen ſcheinbaren Umlauf am Himmel vollendet, und es erhellet aus dem eben Angeführten, warum das Seewaſſer ſich nicht nur gegen die Seite A erhebt, auf welcher der Mond ſtehet, ſondern auch auf die entgegengeſetzte Seite D, ſo wie auch die hohe Fluth wirklich nicht nur nach der Culmination des Mondes ſelbſt, ſondern auch zwölf Stunden darnach nach dem Durchgange deſſelben durch die untere Hälfte des Mittagskreiſes eintritt. Gelangt nun der Mond nach M, ſo muß aus den eben angeführten Gründen in B und E Fluth, und in A und D Ebbe erfolgen. Die hohe Fluth ereignet ſich nicht gerade zu der Zeit, wenn der Mond durch den Meridian eines Ortes ober- oder

unterhalb des Horizonts geht, ſondern einige Stunden nachher, und dies folgt ganz natürlich aus der Umdrehung der Erde um ihre Axe, aus der zur Mittheilung der Bewegung unter die widerſtehende Waſſermaſſe erforderlichen Zeit, und aus dem daurenden Zufließen des Waſſers nach den Ort, wo ſechs Stunden vorher Fluth war. Dieſe Zeit, in welcher ſich die Fluth ſpäter ereignet, als der Durchgang des Mondes durch den Meridian, hängt übrigens von der Lage der Küſten, und der Richtung und Geſtalt der Meerbuſen ab.

§. 1133. Zwey von den täglichen Fluthen ſind nicht immer gleich groß; im Winter ſind in den Syzygien die Frühfluthen ſtärker, als die gegen Abend; im Sommer ſind ſie des Abends ſtärker, als des Morgens. Wäre der Mond beſtändig im Aequator, ſo würden alle tägliche Fluthen gleich groß ſeyn. Jene Erſcheinung erfolgt aus der nördlichen oder ſüdlichen Abweichung des Mondes in ſeiner Bahn. Da ſich der Mond nie über 28° vom Aequator entfernt, ſo erklärt ſich daraus, warum in der Nähe der Pole und 65° nördlicher und ſüdlicher Breite hinaus Ebbe und Fluth kaum mehr merklich iſt.

§. 1134. Wegen der Schwere der Erde gegen die Sonne muß dieſe ebenfalls in 24 Stunden zwey Fluthen verurſachen, die aber wegen der ungleich größern Entfernung weit geringer ſeyn müſſen, doch aber die Mondsfluthen vermehren oder zur andern Zeit vermindern können. Das erſtere geſchieht in den Neu- und Vollmonden, wo die Sonnen- und Mondesfluthen zugleich eintreten; das letztere in den

Monds-

Mondsvierteln, weil hier beide Weltkörper einander entgegen wirken. So wachſen alſo die Fluthen von den Quadraturen bis zu den Syzygien, und nehmen von den Syzygien bis zu den Quadraturen ab. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche im Frühlinge oder Herbſt müſſen die Fluthen im Neu- und Vollmonde am ſtärkſten ſeyn, weil dann Sonne und Mond im Aequator, oder doch nahe dabey ſind.

§. 1135. Die Höhe des Waſſers bey der hohen Fluth iſt verſchieden. Die Lage der Oerter, die Richtung der Meerengen, und die Geſtalt der Küſten, machen hier verſchiedene Abänderungen der Stärke, der Zeit des Eintritts, und der Dauer der Fluth. — In kleinern Meeren oder Seen iſt die Wirkung der Ebbe und Fluth kaum merklich, wie z. B. in der Oſtſee, im caſpiſchen und im mittelländiſchen Meere; und der Grund liegt darin, daß alle Stellen derſelben vom Monde eine beynahe gleiche Wirkung verſpüren. Winde und Meeresſtröme können übrigens noch andere Abänderungen in der Stärke der Fluth zuwege bringen.

Newton principia philoſ. natur. L. III. pr. 24. 36. 37. *Stapert* diſſ. de aeſtu maris, L. B. 1765. 4. Pieces, qui ont remporté le prix de l'academie roy. des ſc. en 1740. ſur le Flux et reflux de la mer (von *Euler*, *Maclaurin* und *Bernoulli*); in dem *Recueil des pieces de prix* T. IV. *Von Swinden* poſition. phyſ. T. I. S. 164. ff.

§. 1136. Sonſt hat das Weltmeer, außer der Ebbe und Fluth, hie und da beſondere Ströme, an manchen Orten ſehr ſtarke und ſchnelle. Die beſtändigen Winde, Umdrehung der Erde um ihre Achſe, Abänderung des Stroms von Ebbe und Fluth durch die Lage der Küſten, Meerbuſen und Meerengen

möch-

möchten wol die Haupturſachen davon ſeyn. In der Straße von Gibraltar ſind vermuthlich zwey entgegengeſetzte Ströme über einander, wo durch den untern das Waſſer aus der Meerenge, und durch den obern in dieſelbe aus dem atlantiſchen Meere fließt. Die **Wirbel** oder **Strudel** haben wol gleichfalls ihren Grund in beſondern Abänderungen des allgemeinen Stromes bey Ebbe und Fluth oder anderer Strömungen durch Küſten und Meerengen; vielleicht auch in tiefen Schlünden.

Gewäſſer des feſten Landes.

§. 1137. Außer dem großen Weltmeere giebt es noch **Seen** und **Sümpfe**; die letztern unterſcheiden ſich von den erſtern dadurch, daß ſie keinen ſichtbaren Abfluß haben. Der caſpiſche Sumpf nimmt ſehr anſehnliche Flüſſe auf, ohne einen ſichtbaren Abfluß. Es iſt gar nicht glaublich, daß er dies hineinfallende Waſſer bloß durch Ausdünſtung wieder verlieren ſollte, und man kann wol eher auf eine unterirdiſche Gemeinſchaft mit dem ſchwarzen Meere, oder wie andere glauben, mit dem perſiſchen Meerbuſen ſchließen.

§. 1138. Außer dieſen großen Waſſerbehältniſſen ſind auf der Erde noch unzählige fließende Wäſſer; **Quellen, Bäche, Flüſſe, Ströme,** welche zuletzt, wenige ausgenommen, ſich ins Meer ergießen. Da ſich das Waſſer jederzeit nach dem niedrigern Orte ſenkt, ſo müſſen auch die Oerter, wo die Flüſſe entſpringen, jederzeit höher liegen, als das Meer. Durch die mancherley Krümmungen und Unebenheit des feſten Landes erhalten die Flüſſe eben **ihr Gefälle.** Denn auf einer völlig kugelrunden

Ober-

Oberfläche der Erde hätte kein Gefälle für Flüſſe ſtattfinden können, wären alſo dieſe ſelbſt nicht möglich geweſen. Alle Quellen entſpringen an und neben Bergen, wenigſtens doch an ſanft aufſteigenden.

§. 1139. Daß die Quellen der Flüſſe durch unterirdiſche Canäle aus dem Meere, oder durch Aufſteigen eines unterirdiſchen Meerwaſſers nach Art der Haarröhren ihr Daſeyn erhielten, wird Niemanden einfallen, der etwas von der Geſtalt des feſten Landes und der Lage deſſelben gegen das Meer weiß. Das aus der Atmoſphäre niederfallende Waſſer hat gewiß den größten Antheil an dem Urſprunge der Quellen und ihrer Zunahme beym Fortgange in ihrem Laufe; und wenn auch gleich auf der andern Seite von dieſem auf das feſte Land niederfallenden Waſſer ein großer Theil wieder verdunſtet, oder ſonſt in die Pflanzen als Beſtandtheil eingeht, ſo iſt auch wieder zu erwägen, daß auch die Gipfel hoher Gebirge das aus der obern kalten Luft ſich niederſchlagende Waſſer ſtets aufnehmen, welches zwiſchen den verſchiedenen Schichten und Bergen durchdringt, und ſo nach dem Fuß des Gebirges zu geſendet wird, oder ſich hinſeigert, oder auch gleich auf den Vertiefungen der Gipfel ſelbſt, wenn hier ſein Einſeigern verhindert iſt, zu den ewigen Quellen Gelegenheit giebt; und ferner daß die Gipfel hoher Gebirge ſtets mit Schnee bedeckt ſind, der zur Sommerszeit ein Verſorgungsmittel der Flüſſe wird, das auch zur Winterszeit keinesweges verſiegt. Die Berechnung, daß manches Land nicht ſo viel Regen und Schnee auf ſeiner Oberfläche empfange, als die Flüſſe deſſelben Waſſer ins Meer ergießen, iſt bey weitem noch nicht auf ſichern Thatſachen gegründet, und dann iſt da-

dabey in das ſo großer Menge aus der Luft ſich niederſchlagende und an die Gebirge anlegende Waſſer gar nicht in Betracht genommen worden, oder einer Berechnung überhaupt zu unterwerfen. Daß unterirdiſches Waſſer, es ſey aus dem Meere oder ſonſt woher, als Dampf oder Dunſt durch die innere Wärme der Erde aufſteige, und ſo bey dem Abkühlen den Urſprung der Quelle gebe, iſt gar nicht zu glauben, noch zu beweiſen.

§. 1140. Die gegrabenen **Brunnen** erhalten ihren Waſſervorrath entweder von benachbarten Gebirgen, zwiſchen deren Schichten und Lager das Waſſer nach dem Brunnen zu hindringt, oder auf eine ähnliche Art von benachbarten Flüſſen, Seen oder Sümpfen, oder, wie die mehreſten, von **Tagewaſſer** oder atmoſphäriſchem Waſſer, das als Regen- oder Schneewaſſer in die Erde dringt, und deſſen weiteres Eindringen vorzüglich durch Thonſchichten aufgehalten wird, und in den Klüften der Schichten nach den niedrigern Stellen ſich ſenkt. Eben dies iſt es, was auch den Bergbau oft ſo koſtbar und mühſam macht.

§. 1141. Nach der Verſchiedenheit der Erdſchichten und Lager, durch und zwiſchen welchen das in Brunnen und Quellen ſich ſammlende Waſſer fließt, iſt es nun ſelbſt auch von verſchiedenem Gehalte und verſchiedener Reinigkeit. Die reinſten Quellwäſſer ſind gewöhnlich die, welche auf anſehnlichen Höhen entſpringen, und nur wenig Schichten, die im Waſſer auflösbare Theile enthalten, durchdrungen haben. Das gewöhnliche und gemeine Quell- und Brunnenwaſſer hat faſt immer Gyps, rohe Kalkerde, durch

Hül-

Hülfe des luftſauren Gas und einige ſalzigte Theile aufgelöſt. Wenn es ſolche Stoffe enthält, die ihm einen merklichen Geſchmack ertheilen, ſo nennt man dergleichen Quell- und Brunnenwäſſer **mineraliſche Wäſſer** (aquae minerales), und insbeſondere, wenn ſie zum Arzneygebrauch dienen können, **Geſundbrunnen** (fontes medicati). Nach dem verſchiedenen und vorzüglichern Gehalte führen dieſe mineraliſchen Wäſſer beſondere Namen. **Sauerbrunnen** (acidulae) heißen ſie, wenn ſie viel luftſaures Gas, **Stahlbrunnen**, wenn ſie Eiſen durch luftſaures Gas, **vitrioliſche Wäſſer**, wenn ſie Eiſen durch Vitriolſäure, **Cementwaſſer**, wenn ſie Kupfer durch Vitriolſäure, **Bitterwäſſer**, wenn ſie Bitterſalz, **Schwefelwäſſer**, oder eigentlich **hepatiſche Wäſſer**, wenn ſie Schwefellebergas aufgelöſt enthalten. Von den letztern glaubte man ſonſt aus einer unrichtig beurtheilten Erſcheinung, daß ſie Schwefel ſelbſt aufgelöſt enthielten. Manche Quellen enthalten ſo viel Kalkerde durch Hülfe des luftſauren Gas oder Gyps aufgelöſt, daß ſie hineingelegte Sachen ſtark **incruſtiren**, und ſonſt beym Herabtröpfeln in Höhlen zu den **Stalactiten** Gelegenheit geben. Doch kann die Kalkerde, die zu den Stalactiten Gelegenheit giebt, auch dem Waſſer bloß fein und innig beygemengt ſeyn.

Tabellen über den Gehalt der in neuern Zeiten unterſuchten Mineralwaſſer, von Joh. Chriſt. Remler. Erfurt 1790.

§. 1142. Es giebt auch **heiße Quellen** oder **Bäder** (thermae), und die hepatiſchen Wäſſer ſind gewöhnlich ſolche heiße Quellen (**Schwefelbäder**). Sie übertreffen immer die Atmoſphäre an Wärme,

me, und bey den meiſten erhält ſich dieſe Temperatur ziemlich gleichförmig. Unterirdiſches Feuer und brennende Berge ſind wol zuverläſſig bey den wenigſten die Urſach ihrer Wärme, ſondern dieſe iſt wol mehr in der Verwitterung der Kieſe, und der Einwirkung mehrerer Mineralien unter einander zu ſuchen, über welche das Waſſer wegrieſelt. Rohe, den Kieſen beygemengte, oder neben ihnen befindliche Kalkerde, kann denn freylich machen, daß in einem ſolchen Waſſer vom zerſtörten Eiſenkies kein Vitriol angetroffen wird, ſondern eher Gyps. — Bey den ſogenannten feuerfangenden Brunnen und Bächen hat gewiß in den mehreſten Fällen brennbare Sumpfluft oder aufſchwimmendes Bergöhl die davon erzählten Erſcheinungen veranlaßt.

§. 1143. Die **Salzſoolen**, die man hin und wieder antrifft, müſſen billig zu den mineraliſchen Wäſſern gerechnet werden. Sie haben ſo wenig ihren Urſprung aus dem Meere, als andere Quellen des feſten Landes, und übertreffen gewöhnlich das Meerwaſſer an Salzigkeit bey weitem. Sie entſtehen vielmehr, wenn das Quellwaſſer durch und zwiſchen Lager und Schichten von Salzſteinen und Steinſalz dringt, und ſo mehr oder weniger Salz aufzulöſen Gelegenheit hat. Außer dem Kochſalz enthalten ſie alle noch Gyps und ſalzſaure Bitter- oder Kalkerde.

Atmoſphäre.

§. 1144. Unſern Erdball umgiebt die **Atmoſphäre** (atmoſphaera terreſtris), als ein flüſſiges elaſtiſches Weſen. Von ihrem Hauptbeſtandtheil, der

der atmoſphäriſchen Luft, habe ich ſchon im Vorhergehenden gehandelt; hier betrachten wir ſie in Verbindung mit allen darin befindlichen fremdartigen Dingen. Die Atmoſphäre iſt gewiſſermaßen das große Magazin, worin alles, was flüchtig und expanſibel iſt, aufſteigt, und man ſieht leicht ein, daß ſie, bey der ungeheuren Menge von wäßrigen, phlogiſtiſchen Dünſten, von Gasarten, Brennſtoff u. d. gl. die täglich von der Erde und ihren Bewohnern aufſteigt, bey der verſchiedenen Wahlanziehung der Stoffe gegen einander, der Bindung und Entbindung der Wärme, und des electriſchen Fluidums, das große chemiſche Laboratorium iſt, worin die Natur ihre verſchiedenen gewöhnlichen und ungewöhnlichen Meteore ausarbeitet.

§. 1145. Daß die Atmoſphäre an Dichtigkeit abnimmt, je höher man in ihr hinaufſteigt, das habe ich ſchon oben bey der atmoſphäriſchen Luft bewieſen. Wie dünne ſie aber in den höchſten Gegenden ſeyn müſſe, und wie groß überhaupt die Höhe der Atmoſphäre ſey, können wir nicht beſtimmen. Das letztere würde leicht aus der ihr das Gleichgewicht haltenden Queckſilberſäule beſtimmt werden können, wenn ſie durchgehends einerley Dichtigkeit hätte.

§. 1146. Ohngeachtet der großen Durchſichtigkeit der Atmoſphäre, wirft ſie doch einen beträchtlichen Theil des Lichtes zurück. Vorzüglich gilt dies vom blauen Lichte, und die blaue Farbe derſelben iſt eben daher zu leiten. Nebel und niedergeſchlagene Dünſte mindern die blaue Farbe des Himmels, und dieſe iſt deſto dunkeler, je reiner die Luft von jenen

iſt,

iſt. Hr. von Saußure hat deswegen durch Beſtimmung der mehr oder weniger dunkeln Nuance des Blau die mehrere oder mindere Reinigkeit der Atmoſphäre von nebeligten Dünſten, vermittelſt des Kyanometers, anzugeben, und daſſelbe auf eine ſehr ſinnreiche Art vergleichbar zu machen geſucht.

Beſchreibung eines Kyanometers, oder eines Apparats zur Meſſung der Intenſität der blauen Farbe des Himmels, von Hrn. von Saußure; im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 93. ff.

§. 1147. Bey den mancherley abwechſelnden Erhebungen des feſten Landes über der Meeresfläche, kann das Barometer an verſchiedenen Orten nicht gleich hoch, ſondern muß an höhern Orten niedriger, an niedrigern höher ſtehen. Da aber mancherley Urſachen den Stand des Barometers an einem und eben demſelbigen Orte ändern, ſo muß man die mittlere Barometerhöhe zweyer Oerter wiſſen, um wenigſtens mit einiger Wahrſcheinlichkeit die Differenzen ihrer Höhen durchs Barometer zu meſſen.

§. 1148. Mit der Zu- und Abnahme der Elaſticität der Atmoſphäre muß auch das Barometer höher und niedriger gehen, und da dies an einerley Ort geſchiehet, ſo müſſen auch Urſachen in der Atmoſphäre wirkſam ſeyn, die ihre Elaſticität ändern. Mit den Veränderungen der Elaſticität der Atmoſphäre iſt gewöhnlich eine Aenderung der Witterung verknüpft; man kann aber doch nie ganz ſicher aus dem Fallen und Steigen des Barometers auf die erfolgende Wetterveränderung ſchließen.

§. 1149. Die Größe der Barometerveränderung iſt nach der Lage eines Ortes ſehr verſchieden, zwiſchen den Wendekreiſen kaum merklich, außerhalb der-

derſelben beträchtlich. Vermöge angeſtellter Beob=achtungen ſind die Barometerveränderungen auf eine große Strecke Landes gleichzeitig, und auf dem platten Lande gleichgroß. Allein bey ſehr beträchtlichen Unterſchieden der Höhen ſind ſie den mittlern Höhen der Queckſilberſäulen an dieſen Orten nicht mehr proportionell, was eben den Höhenmeſſungen der Berge durchs Barometer ein kaum zu hebendes Hinderniß entgegenſetzt.

Saußure's Reiſen durch die Alpen, Th. IV. §. 1123.

§. 1150. Die Urſachen der Barometerveränderungen ſind bey weitem noch nicht ſo erforſcht und ins Licht geſetzt, als man wol denken ſollte. Seit der Erfindung dieſes Inſtruments hat man mehrere Hypotheſen darüber gemacht, die Hr. De Luc vollſtändig geſammlet und geprüft hat. Er ſelbſt gründete erſt ſeine Erklärung auf den Satz, daß Dünſte ſpecifiſch leichter ſind, als Luft, und leitete daraus auf eine einfache Weiſe die Barometerveränderungen ab. Allein er hat jetzt dieſe Erklärung wieder aufgegeben, denn es bleibt dabey noch immer unerklärbar, warum nicht jedes ſtarke Fallen des Barometers mit Sturm oder Regen verknüpft iſt, und warum unter dem Aequator die Barometerveränderungen überhaupt ſo unbeträchtlich ſind, ohngeachtet hier auch die Dünſte abwechſelnd aufſteigen und niedergeſchlagen werden. Der Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichts der Dünſte und der atmoſpäriſchen Luft iſt auch nicht ſo groß, daß dadurch ein beträchtliches Fallen des Queckſilbers hervorgebracht werden könnte. Abwechſelung der Wärme und Kälte in verſchiedenen Luftſchichten, Abänderung der Elaſticität der Atmo=

ſphäre, beſonders durch Dünſte, und ihre Vernichtung, vielleicht Bildung der Luft aus Dünſten ſelbſt, und ihre Vernichtung durch unbekannte Proceſſe, und dann endlich die Winde, nebſt verſchiedenen, noch nicht erforſchten, chemiſchen Affectionen der Luft in höhern Regionen, tragen ohne Zweifel zu dieſer Barometerveränderung bey; aber eine beſtimmte Urſach derſelben läßt ſich jetzt noch nicht angeben. Die Barometerveränderungen müßten regelmäßiger erfolgen, wenn nach der Behauptung einiger Naturforſcher der Mond ihre erſte und vornehmſte Urſach wäre, deſſen Einfluß, ſo wie den der Sonne, man aber doch nicht ganz leugnen kann.

De Luc Unterſ. über die Atmoſphäre, Abſchn. I. Cap. 3. Ebendeſſelben neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. §. 590. Sauſſure's Hygrometrie §. 294. Della vera influenza degli aſtri, delle ſtagioni e mutazioni del tempo, ſaggio meteorologico di *Giuſ. Toaldo*, in Padova 1770. gr. 4. Hemmer vom Einfluß der Sonne aufs Barometer; im Journ. der Phyſ. B. II. S. 218. ff.

§. 1151. Wenn in beträchtlichen Schichten und Strichen der Atmoſphäre ihre Elaſticität durch Erwärmung, oder durch Bildung von Dünſten vermehrt, oder auf der andern Seite dieſe Elaſticität durch Kälte, Vernichtung des expanſiblen Zuſtandes der Dünſte, und vielleicht der Luft ſelbſt, vermindert wird, ſo kann kein Gleichgewicht zwiſchen dieſen und den benachbarten Schichten und Strichen ſtattfinden. Die mehr elaſtiſche Luft muß ſich dahin bewegen, wo minder elaſtiſche iſt, und es muß dies nothwendig eine Ortsveränderung der Lufttheilchen zur Folge haben, die wir **Wind** nennen.

§. 1152. In Rückſicht der Richtung, welche die Winde haben, nennt man ſie nach der Weltgegend, aus der ſie blaſen, und die Schiffer theilen ſie daher in 32 Arten ein, von denen der Nord-, Süd-, Oſt- und Weſtwind die Hauptwinde (ventus principales), die dazwiſchen gerichteten aber Nebenwinde (ventus ſecundarii) heißen.

§. 1153. In den heißen Gegenden herrſcht auf dem Meere zwiſchen den Wendekreiſen ein beſtändiger Oſtwind,* und zwar iſt derſelbe in dem nördlichen Theile der heißen Zone nordöſtlich, in der ſüdlichen ſüdöſtlich. Nur zwiſchen 10° nördlicher und ſüdlicher Breite iſt er nahe ganz öſtlich. Auf dem feſten Lande dieſes Erdſtriches iſt er nicht ſo regelmäßig, ſondern wird hier, wie überhaupt, durch die Lage der Gebirge, Thäler und Klippen, und ſelbſt der Küſten (§. 1152.) mehr oder weniger abgeändert. Die regnichte und trockene Jahreszeit bringen auch einige Abweichungen zuwege. Die Entſtehung dieſer Winde hat man in der ſucceſſiven Erwärmung der Luft durch die faſt ſenkrechten Sonnenſtrahlen von Oſten her und in den Dünſten des Meeres geſucht, wodurch denn die erwärmte Luft ſich nach den noch nicht ſo erwärmten und nicht ſo elaſtiſchen Theilen nach Weſten hin ergieße. Hr. Hube macht aber gegen die Erklärung dieſer Winde aus der Erwärmung der Luft durch die Sonne ſehr gegründete Einwürfe. Er ſelbſt ſetzt die wahre Urſach in die Umdrehung der Erde um ihre Achſe, welche auch Hr. De Luc mit zu den Urſachen dieſes allgemeinen Oſtwindes zählt.

* Hube über die Ausdünſtung, Cap. 57. 58. De Luc neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. S. 840. f.

§. 1154. In dem Indiſchen Meere wehen die Mußons oder Paſſatwinde gewiſſe Monate nach einer Richtung, die andern Monate darauf nach einer entgegengeſetzten. Ihre Urſachen ſetzt Hr. Hube ſehr ſinnreich und wahrſcheinlich darin, daß die weit ausgedehnten, zum Theil hohen und bergigten Länder, welche nördlich von den Meerbuſen liegen, wo dieſe Winde wehen, im Winter weit ſtärker erkältet werden, als die angränzenden Meere, und daß die Luft daher von ihnen mehrentheils mit einer anſehnlichen Schnelligkeit gegen die Linie zu fließen muß. Im Sommer hingegen werden jene Länder ſtärker erwärmt, und die Hitze verbreitet ſich nach und nach durch die Luft der angränzenden Meere nach Süden zu; dadurch wird der nordliche Wind immer ſchwächer, er hört gänzlich auf, und zuletzt fängt die Luft an, von der Linie gegen Norden zu fließen. Die Umdrehung der Erde um die Achſe macht dieſen Wind ſüdweſtlich.

Hube a. a. O. Cap. 61.

§. 1155. In den heißen Zonen ſind an den Küſten die Land- und Seewinde, eine andere Art von periodiſchen Winden, wovon jene bey Nacht nach der See zu, dieſe bey Tage von der See landwärts wehen. Die ſchnellere Abkühlung der Luft und dadurch bewirkte Zerſetzung der Dünſte auf dem feſten Lande bey Nacht, und die ſchnellere Verdünnung der Luft bey Tage auf demſelben, iſt hieran wol Schuld.

§. 1156. In den gemäßigten und kalten Zonen herrſchen unbeſtändige Winde, die unregelmäßig bald nach dieſer Richtung, bald nach einer andern wehen. Die Urſach der Winde überhaupt genommen,

men, iſt außer der angezeigten Erwärmung und Störung des Gleichgewichts der Luft durch die Sonnenſtrahlen, noch in der Umdrehung der Erde um ihre Achſe, in Dünſten, die bey ihrem Aufſteigen die Luft verdrängen und das Gleichgewicht heben, und in der Veränderung der Elaſticität der Luft durch Brennſtoff, Gasarten, Bildung und Vernichtung von Dünſten und von Luft ſelbſt, zu ſuchen. Außerhalb der Wendekreiſe prädominiren die letztern Urſachen wol mehr, als die erſtern; aber es läßt ſich darüber nichts gewiſſes und beſtimmtes feſtſetzen, da uns dieſe Urſachen zum Theil ſelbſt noch unbekannt ſind. Oft können es Localurſachen ſeyn, die das Gleichgewicht der Luft heben. Die Lage und Beſchaffenheit der Gebirge eines Landes ändern die Richtung eines Windes ſehr ab.

Von den Urſachen der herrſchenden Windſtillen zwiſchen der Gränze der regelmäßen Winde, ſ. m. Hr. Prevoſt Abh. über die Gränze der regelmäßigen Winde; im Journ. d. Phyſ. B. VII. S. 88. ff.

§. 1157. Die Gegenden, aus welchen der Wind bläſt, beſtimmen mehrentheils ſeine Trockniß oder Feuchtigkeit, Wärme oder Kalte; aber nicht immer im Allgemeinen. Die Weſt- und Nordweſtwinde ſind bey uns gewöhnlich ſehr feucht; die Nord- und Oſtwinde hingegen trocken und kalt.

Eigene Arten des Windes der heißen Erdſtriche ſind der Harmattan auf der weſtlichen Küſte von Afrika; der Sirocco in Afrika, bis nach Sicilien und Italien; der Samiel in Meſopotamien bis nach Aegypten, der Chemſin in Aegypten. Sie ſcheinen ohne Zweifel die beſondere Eigenſchaft, die ſie beſitzen, von den Gegenden zu erhalten, von und über welche ſie ſtreichen.

Sauveboeuf's Reiſen, im Magazin neuer Reiſebeſchr. B. IV. S. 476. *Volney* voyages T. I. S. 56. Hube a. a. O. S. 356. ff.

§. 1158. Die Geſchwindigkeit oder Stärke der Winde iſt außerordentlich verſchieden. Die beſtändigen Winde (§§. 1153 — 1155.) wehen ſehr gleichförmig und gelinde, und ihre Geſchwindigkeit beträgt mehrentheils 10 bis 16 Fuß in einer Secunde. Ein ſolcher Wind heißt ein ſanfter und mäßiger Wind. Die unbeſtändigen Winde außer den Wendekreiſen ſind meiſtens geſchwinder, und führen dann auch verſchiedene Namen; ein ſteifer Wind, der 24 Fuß; ein harter Wind, der bis 35 Fuß in einer Secunde durchläuft. Von 40 bis 50 Fuß Geſchwindigkeit iſt er ſchon ein mittelmäßiger Sturm, zwiſchen 50 und 60 Fuß ein ſtarker Sturm, und von 60 Fuß und drüber ein Orcan. Die weſtindiſchen Orcane ſind beſonders fürchterlich in ihren Wirkungen. Daß in den obern Regionen der Atmoſphäre Winde nach einer andern oft entgegengeſetzten Richtung fortſtreichen, als der an der Erde hat, zeigen die Wolken.

§. 1159. Außer dieſen ſogenannten luftigen Meteoren haben wir hier noch die wäſſerigen Meteore oder Lufterſcheinungen zu betrachten, zu welchen das in der Luft aufgeſtiegene Waſſer Anlaß giebt, wobey ich mich auf das beziehe, was ich oben von den Dünſten (§. 718 — 720. §. 752 — 757.) angeführt habe.

§. 1160. Mehr als zwey Drittel der Oberfläche unſerer Erdkugel ſind mit Waſſer bedeckt; kein Wunder alſo, daß durch Beyhülfe der Wärme dies Waſſer beſtändig als Dunſt in der Atmoſphäre aufſteigt. Dies und die Ausdünſtung der feuchten Erde, der Pflanzen, und der Thiere in ſo unzählbaren Schaaren, macht, daß die Atmoſphäre nie von Feuchtig-

keit frey iſt, und deswegen eigene Erſcheinungen liefert. Wenn zur Sommerszeit die Luft am Tage durch Hülfe der Wärme eine beträchtliche Menge Waſſer in expanſiblem Zuſtande enthält, und es ändert ſich zur Nachtzeit die Temperatur und die Luft wird kühler, ſo kann nun die vorige Menge Feuchtigkeit wegen verminderter Temperatur nicht mehr expanſibel bleiben (§. 754.), und es wird das Waſſer in concreter Geſtalt als Thau abgeſchieden. Der Thau iſt alſo nicht ſowol Dunſt der Pflanzen, als vielmehr atmoſphäriſches Waſſer, das ſich auch an andere Körper, als an Pflanzen anlegt, und zwar um deſto mehr, je leichter dieſe erkalten. Es erhellet auch daraus, warum Pflanzen bethauen, die mit Klocken bedeckt waren, weil nemlich unter der Klocke ebenfalls bey der Abkühlung ſo viel Waſſerdunſt zerſetzt und eben ſo viel Waſſer niedergeſchlagen werden muß, als bey dieſer Temperatur nicht mehr expanſibel bleiben kann; ja warum in einer leeren zugeſtopften Bouteille der Thau entſtehen kann. Es hat mit dem Thau eine ganz ähnliche Beſchaffenheit, wie mit dem Beſchlagen der Fenſter im Winter (§. 755.). Wenn die Abkühlung der Luft nicht ſattſam erfolgt, oder das Maximum der Verdunſtung darin nicht ſtattfand, ſo wird auch weniger oder gar kein Waſſerdampf darin zerſetzt, und das erſtere iſt der Grund, warum es oft in Städten nicht thauet, da man Thau auf dem Lande findet. Allerdings können auch beym Thau andere Arten der Ausdünſtung ſtatt finden.

§. 1161. Wenn die Luft bis zum Gefrierpunct erkaltet, ſo gefriert auch das aus dem Dunſt ſich niederſchlagende Waſſer, und bildet alsdann auf den

pern, wenn dieſe auch hinlänglich genug erkaltet ſind, den **Reif** (pruina), der alſo ein gefrorner Thau iſt. Das **Gefrieren der Fenſter** zur Winterszeit, und das uneigentlich ſogenannte **Ausſchlagen der Kälte** an den Gebäuden und kalten Körpern beym Anfange des Thauwetters, hat einen ganz ähnlichen Grund.

§. 1162. **Nebel** iſt Waſſer, das aus dem Dunſte niedergeſchlagen worden, und wegen ſeiner höchſt feinen Zertheilung und durch Cohäſion in der Luft ſchwimmend erhalten wird. Er entſteht aus der Zerſetzung des Dunſtes durch Vermehrung des Drucks der Atmoſphäre oder Verminderung ihrer Temperatur, wobey freylich ein beſtimmter Grad der Verdunſtung darin vorausgeſetzt wird. Treten die Theilchen dieſes Nebels durch ſchnelle Anhäufung bey fortdaurender Urſach, oder durch Winde, näher zuſammen, ſo geht er in tropfbare Geſtalt, in Thau oder Regen über, und man ſagt, **der Nebel fällt**. Wird die Luft durch die Sonnenſtrahlen erwärmt, ſo verwandelt ſich der Nebel auch von neuem wieder in expanſible, durchſichtige Flüſſigkeit, und man ſagt alsdann, **der Nebel ſteigt**. Auf das erſtere folgt gewöhnlich ein heiterer Tag, auf dieſes ein trüber, und die Urſach iſt nicht ſchwer einzuſehen. Daß ein Nebel durch den Stoß der Sonnenſtrahlen auf die Dünſte in der Luft entſtehe, konnte man ſonſt wol behaupten, da man die Natur der Dünſte noch nicht beſſer kannte. Aus der angeführten Entſtehungsart des Nebels läßt ſich erklären, warum im Herbſte und Frühling die Nebel am gewöhnlichſten ſind; warum ſie beſondes des Morgens und Abends geſehen werden; warum Oerter an der See dem

Nebel mehr ausgeſetzt ſind, als andere; warum bey ſtarken Waſſerfällen beſtändig Nebel wahrgenommen werden. Das Sichtbarwerden unſers **Hauches** im Winter hat einerley Grund mit der Entſtehung des Nebels, und das Anlaufen eines kalten Spiegels durch denſelben mit der Entſtehung des Thaues.

§. 1163. Außer dem Waſſer können allerdings auch andere Dinge zu expanſiblen Flüſſigkeiten, oder zu Dunſt, und durch Entziehung ihres fortleitenden Flüſſigen wieder niedergeſchlagen werden; und dies iſt der Grund, warum mancher Nebel einen eigenen Geruch hat. Der im Jahre 1783 geſehene ſo merkwürdige **Landrauch**, **Sonnenrauch**, oder **Höhenrauch** hatte gewiß auch in ſolchen fremdartigen in der Luft in Dunſtgeſtalt befindlichen Dingen ſeinen Grund, über deren Natur ſich aber wegen ihrer ſubtilen Beſchaffenheit nichts Gewiſſes beſtimmen läßt.

§. 1164. **Wolken** ſind nichts anders, als Nebel, die in höhern Gegenden der Luft ſchwimmen. Wird der mit Waſſerdünſten beladenen Luft der obern Gegend, durch irgend eine Urſach, z. B. durch kalte Winde, der nöthige ſpecifiſche Wärmeſtoff entzogen, ſo kann auch plötzlich und auf einmal der Himmel mit Wolken überzogen werden; und ſo können auch, umgekehrt, Wolken nach und kleiner werden, und endlich ganz verſchwinden, wenn die Urſach der Dunſtbildung, die Wärme, zunimmt. Die ſcheinbare Dichtigkeit erhalten die Wolken von ihrer großen Weite. Ihre Entfernung von der Erde iſt aber ſehr verſchieden, wie auch der Augenſchein lehrt. Da das Waſſer, ſo lange es als expanſible Flüſſigkeit

in

in der Luft enthalten iſt, nicht aufs Hygrometer wirkt, ſo läßt es ſich ſehr gut erklären, wie in einer, fürs Hygrometer trocknen, Luft hoher Regionen doch plötzlich Wolken entſtehen können, die jetzt erſt das Hygrometer afficiren.

§. 1165. Geſchiehet die Zerſetzung der wäſſerigten Dünſte ſchnell genug und in hinreichender Menge in den obern Regionen der Luft, ſo daß das niedergeſchlagene Waſſer zum tropfbarflüſſigen zuſammenzutreten genöthiget iſt, ſo kann es nun wegen ſeines ungleich größern ſpecifiſchen Gewichts von der Luft nicht mehr getragen werden, und fällt als Waſſertropfen, oder als **Regen** nieder. Demohngeachtet bleiben hierbey noch immer große Schwierigkeiten, um beſonders die unermeßliche Menge Waſſer zu erklären, die, zumal bey einem Platzregen, fällt. Hr. de Luc geſteht ſelbſt ein, daß wir die wahre Urſach des Regens noch nicht kennen, die man am wenigſten aus dem Niederſchlagen des in der Luft vermeyntlich aufgelöſten Waſſers, oder nach der Meynung der Antiphlogiſtiker in dem Verbrennen der Lebensluft und des brennbaren Gas der höhern Gegenden der Atmoſphäre ſuchen darf. Hr. de Luc iſt geneigt, einen Uebergang des Waſſredunſtes zur Luft, und eine Vernichtung und Zerſetzung der letztern durch noch unbekannte Operationen der Natur, anzunehmen.

De Luc neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. Abth. III. Cap. I. (S. 1. u. ff.).

Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie über den Regen; überſ. im Journ. der Phyſ. B. III. S. 287. ff. Hrn. Lichtenbergs Vorrede zur fünften Ausgabe der Erxlebenſchen Naturlehre.

§. 1166. Wenn die in der Atmoſphäre zerſetzten Waſſerdünſte ſo viel von ihrem Wärmeſtoff verlie-

lieren, daß ſie feſt werden können, oder gefrieren, ſo bilden ſie den Schnee, der dadurch, daß ſich mehrere Theilchen dieſes gefrornen Dunſtwaſſers an einander hängen, zu dem eckigten, lockern, flockigten Körper wird. Bey einer ſtillen Luft wird die Bildung deſſelben ziemlich regelmäßig, und die einzelnen Faſern ſetzen ſich in einen ſechszackigten Stern zuſammen. Warum der Schnee aber gerade dieſe Geſtalt annimmt, darüber braucht man ſich wol eben ſo wenig den Kopf zu zerbrechen, als warum ſich andere Körper beym Feſtwerden in dieſe oder jene regelmäßige Figur zuſammenbegeben. Die Nachforſchungen darüber werden ſtets vergeblich ſeyn.

§. 1167. Die aus den Dünſten bey ihrem Uebergange zum tropfbaren Waſſer oder zum feſten Körper, zum Schnee, freywerdende Wärme muß freylich wieder auf die Atmoſphäre wirken und ihr eine größere empfindbare Wärme mittheilen, durch welche nun die Dunſtbildung wieder von neuem zunimmt, wenn ſie nicht durch andere unbekannte Urſachen wieder latent wird. In dieſem freywerdenden Wärmeſtoff iſt wol die Urſach zu ſuchen, daß das Wetter kurz vor dem Schnee im Winter etwas gelinder wird. Der gemeine Mann verwechſelt Wirkung und Urſach, wenn er ſagt: es kann vor Kälte nicht ſchneyen. Daß nämlich vor dem Schneyen die Atmoſphäre etwas wärmer wird, iſt Wirkung, nicht Urſach des Schnees.

§. 1168. Der **Hagel** (grando) entſteht offenbar aus dem Regen, und iſt nicht, wie einige glauben, zuſammengetriebener und unter einander gerollter Schnee. Wird nämlich dem Regen bey ſeiner

ner Entſtehung oder während ſeinem Herabfallen durch irgend eine Urſach plötzlich der ihm im tropfbaren Zuſtande zukommende Wärmeſtoff entzogen, ſo geſteht er und gefriert, und weil die Theile hierbey nicht Zeit haben, ſich in regelmäßige cryſtalliniſche Lagen anzuziehen und zuſammenzutreten, ſo kömmt es auch, daß er mehr die Geſtalt von unförmlichen Eisklumpen hat. Von der ſchnellen Entziehung des Wärmefluidums, und dem Zuſammentreiben der Regentropfen durch Winde, rührt auch die Größe des Hagels her. Es iſt jetzt ziemlich wahrſcheinlich, daß die Electricität beym Entſtehen des Hagels wirkſam iſt. Ob ſie aber Urſach oder Wirkung dabey ſey, das ſcheint mir noch nicht ſo ganz ausgemacht. Ich bin ſehr geneigt zu glauben, daß die ſchweren Donnerwetter, die den Hagel begleiten, ihre Entſtehung mit in dem beym letzten ausgeſchiedenen Wärmeſtoff haben. Daß es im Winter nicht leicht hagelt, hat ohne Zweifel ſeinen Grund in der Kälte der Atmoſphäre, die nicht zuläßt, daß der Nebel der zerſetzten Dünſte erſt zum tropfbaren Waſſer zurückkehrt, ſondern ſogleich zum Gefrieren gebracht wird, und alſo zu Schnee wird. Dicke Gewitterwolken können dadurch, daß ſie die Sonnenſtrahlen abhalten, ebenfalls zur Erkältung der unter ihnen befindlichen Luftſchichten Gelegenheit geben, und dadurch eben zur Entziehung des nöthigen Wärmefluidums des Regens beytragen. Sollte nicht vielleicht auch Verdunſtung, die nothwendig mit Erkältung verknüpft ſeyn muß, und die vielleicht durch Electricität und heiße Sonnenſtrahlen hervorgebracht wird, an der Entſtehung des Hagels Antheil haben? Sollte in dem Mangel der

letz-

letztern vielleicht auch der Grund liegen, warum es zur Nachtzeit nicht hagelt?

§. 1169. Die abſolute Menge des in einer beſtimmten Zeit, z. B. in einem Jahre, aus der Luft ſich abſcheidenden und auf die Erdfläche fallenden Waſſers hat man durch ſogenannte Hyetometer (Ombrometer oder Regenmaaße) zu beſtimmen geſucht. Allein es iſt beynahe unmöglich, jene genau zu finden, da ein großer Theil, der als Thau auf ein Behältniß niederfällt, oft eben ſo ſchnell wieder davon verdunſtet, und die Verdunſtung überhaupt beym Aufſammlen des Waſſers nicht ganz verhütet werden kann. Nach einer Mittelzahl ſchätzt man gewöhnlich das als Regen, Schnee, Hagel, u. ſ. w. in unſern Gegenden binnen einem Jahre aus der Atmoſphäre niederfallende Waſſer auf 30 Zoll Höhe, oder es würde dies Waſſer die Oberfläche des platten Landes 30 Zoll hoch bedecken, wenn nichts davon verdunſtete, oder ſich ſonſt einſaugte. Die Lage eines Landes, das Klima, Waldungen und Gebirge ändern dieſe Menge ſehr mannigfaltig ab. — Eben ſo ſchwer iſt es, die Ausdünſtung des Waſſers durch Atmometer (Atmidometer) zu meſſen, da hierbey die Luft vorzüglich wirkſam iſt, die nicht an allen Seiten gleich ſtark darauf auflöſend ſeyn kann.

Deſcriptio inſtrumentorum ſocietatis meteorologic. palat. Manhemii 1782. gr. 4. Hermanns mechaniſcher verbeſſerter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyb. und Annab. 1789. 8.

§. 1170. Die Tromben und Waſſerhoſen, wobey ſich eine Waſſerſäule von einer Wolke bis

zum

zum Meere, oder umgekehrt, erhebt, die mit reißender Geſchwindigkeit in der Runde herumgedrehet wird, ſo daß eine Art von leerem Raum durch die Fliehkraft in ihr zu entſtehen ſcheint; bey ihrem Fortgange zerſtörende und fürchterliche Wirkungen hervorbringt; wobey das Waſſer kocht, und brauſt; die Luft ſchwefligt riecht, und ſich auch Blitz und Donner dabey zeigt, können unmöglich nach bloß mechaniſchen Geſetzen erklärt werden. Gewiß haben hier mehrere fremdartige Stoffe und Gasarten (und ſelbſt Electricität) Antheil, deren Natur aber bis jetzt noch nicht hinlänglich erforſcht iſt. Man hat beobachtet, daß vor der Entſtehung der Tromben das Barometer, das ſonſt zwiſchen den Wendekreiſen, wo jene Naturerſcheinung vorzüglich ſtattfindet, nur unmerkliche Veränderungen erleidet, ſehr anſehnlich tief herabzufallen anfängt.

Magazin merkw. neuer Reiſebeſchreibungen, B. VIII. S. 156.

§. 1171. Eine der ſchönſten, aber auch der fürchterlichſten Erſcheinungen in der Natur, iſt das **Gewitter** oder **Donnerwetter**. Schon im Jahre 1746 behauptete **Winkler** eine vollkommene und weſentliche Gleichheit zwiſchen den Wirkungen der Electricität, und denen des Gewitters, deren einziger Unterſchied bloß in dem Grade der Stärke beruhe; und bald nachher that es **Franklin** (1747) noch überzeugender dar, daß der Blitz ein ſtarker electriſcher Funke, und die Gewittermaterie mit der electriſchen einerley wäre. Die Erſcheinungen des Blitzes laſſen ſich auch ſammt und ſonders im Kleinen mit der Electriſirmaſchine nachahmen. Der Blitz geht, wie der electriſche Funke, in geſchlängelten

We=

Wegen durch die Luft, trifft hohe und hervorragende Gegenſtände am leichteſten, entzündet brennbare Stoffe, tödtet Menſchen und Thiere, zerſchmettert oder durchlöchert feſte Köper, zumal wenn ſie keine oder unvollkommene electriſche Leiter ſind, folgt allemal den beſten Leitern, den Metallen, am liebſten, ſchmelzt Metalle augenblicklich, u. ſ. w. Was endlich dieſe Meinung auſſer allen Zweifel ſetzt, iſt, daß man die Electricität der Gewitterwolken ſogar ableiten, einem iſolirten Leiter zuführen, und dann die electriſchen Erſcheinungen daran wahrnehmen kann. Dieſe Muthmaßung des großen **Franklins** wurde zuerſt 1752 von Hrn. **Dalibord** zu Marly la Ville und Hrn. **Delor** zu Paris durch Verſuche beſtätiget, und **Franklin** ſelbſt überzeugte ſich in dieſem Jahre, ohne von jenen Verſuchen etwas zu wiſſen, durch den **electriſchen Drachen** und durch ein **electriſches Glockenſpiel** an einer auf ſeinem Hauſe zu Philadelphia aufgerichteten iſolirten eiſernen Stange von der Electricität der Gewitterwolken. **De Romas** zu Nerac und **Beccaria** zu Turin beſtätigten dieſe Theorie noch mehr durch Verſuche. Niemand zweifelte endlich mehr daran, nachdem der verdiente Prof. **Richmann** in Petersburg unglücklicherweiſe am 6. Auguſt 1753 durch den Ausbruch eines ſolchen ſtarken electriſchen Funken oder Blitzes, der aus einer Gewitterwolke in ein iſolirtes Metalldrath geleitet war, getödtet wurde.

Winkler Abhandl. von der Stärke der electriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen, Leipz. 1746. 8. Franklins Briefe über die Electricität, von Wilke, S. 50. f. S. 72. f. Prieſtley's Geſchichte der Electricität, a. d. Engl. überſ. von Krünitz, 1772. gr. 4. Mémoire, où après avoir donné un moyen aiſé pour élever fort haut et à peu de frais un corps electri-

ſable

ſable iſolé — par M. *de Romas*; in den *Mém. preſent. T. II.* S. 393. ff *Beccaria* lettere dell elletricismo, Bologna 1758. 4. Relation ſur la mort de Richmann; in der *Hiſtoire, de l' acad. roy. des ſc. de Paris, année* 1753. *á Paris* 1757.

§. 1172. Durch Verſuche mit dem electriſchen Drachen, dem Condenſator, dem Electricitätsſammler, und unſern feinern Electrometern wiſſen wir jetzt, daß in der Atmoſphäre ſtets Electricität wirkſam iſt. Hr. von Saußure hat darüber insbeſondere ſehr viele Beobachtungen, und zwar in verſchiedenen Höhen angeſtellt. Er fand, daß die Intenſität dieſer Luftelectricität veränderlich iſt, nach der relativen Höhe eines Orts; daß ſie ſich an den höchſten und iſolirteſten Orten am ſtärkſten zeigt; daß ſie an einem und demſelben Orte ſehr großen Veränderungen unterworfen iſt; daß beſonders Nebel mit einer ſehr bemerkbaren Electricität begleitet ſind, außer, wenn ſie ſich in Regen auflöſen; daß die Electricität der ganz heitern Luft im Winter von der Stunde an, da der Thau ſein Fallen ganz geendigt, bis zum Aufgang der Sonne am ſchwächſten iſt, wo dann ihre Stärke wieder zunimmt, und früher oder ſpäter, faſt immer aber vor Mittag bis zu einem gewiſſen höchſten Punct gelangt, nachher aber wieder ſchwächer zu werden ſcheint, bis ſie ſich bey dem Fall des Thaues gleichſam erholt, und zuweilen am ſtärkſten wird, und endlich ſtufenweiſe bis tief in die Nacht hinein wieder abnimmt. Die Electricität der hellen Luft fand Hr. von Saußure unwandelbar poſitiv, ſowohl im Sommer, als im Winter, bey Tage und bey Nacht, an der Sonne und im Thau, und dies beſtätigte Hrn. Volta's Behauptung, daß die atmoſphäriſche Electricität ih-

rer

rer eigentlichen Natur nach poſitiv ſey, und daß diejenigen, die man bey gewſſen Regen und zuweilen bey Donnerwettern negativ gefunden, nur von den Wolken herkomme.

Sauſſure's Reiſen durch die Alpen, Th. III. Kap. 28. Meteorologiſches Journal, beſonders in Rückſicht auf die atmoſphäriſche Electricität, von Hrn. J. Read; aus den *phi oſ. Tranſact.* überſ. im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 234. ff.

§. 1173. Aus dieſer Electricität der Atmoſphäre leitete man nun die Entſtehung der Gewitter bisher allgemein ſo ab, daß man annahm, ſie theile ſich den Wolken, als iſolirten und mit Luft umgebenen Leitern, mit, und häufe ſich in ihnen an. Werde ihnen nun eine andere unelectriſche Wolke zugetrieben, ſo habe dies den Ausbruch des großen electriſchen Funkens oder des Blitzes zur Folge. Es könne aber auch in zwey über einander oder neben einander ſtehenden Wolken entgegengeſetzte Electricität durch Vertheilung entſtehen, und bey ihrer Annäherung endlich ein deſto ſtärkerer Blitz hervorbrechen. Endlich könne ſich die einfache Electricität einer Donnerwolke in ihr auch ſo ſtark anhäufen, daß ſich ihr Wirkungskreis bis zur Erdfläche erſtrecke, die dann die entgegengeſetzte Electricität annehme, wobey zuletzt bey ſehr ſtarker Anhäufung der Electricität und genugſamer Annäherung der Wolke, der Blitz die geladenen Luftſchichten dazwiſchen durchbreche, und im Zickzack herabfahre. Das Blitzen der Gewitterwolken dauere ſo lange, bis entweder das Gleichgewicht der Electricitäten hergeſtellt, oder die Wolke ſelbſt als Regen herabgefallen ſey. So ſahe man alſo die Donnerwolken als iſolirte und electriſirte Conductoren an;

und leitete daraus die Erſcheinungen des Gewitters ab. Aber ſo ſehr man auch hier im Beſitz der Urſach zu ſeyn glaubte, ſo hat doch Hr. De Luc dagegen Gründe vorgebracht, welche dieſe Erklärung völlig über den Haufen werfen. Erſtlich bilden die Wolken zur Zeit des Gewitters oft ein Continuum am ganzen ſichtbaren Horizont; wie wäre es alſo möglich, daß in dieſen zuſammenhängenden oder ſich berührenden Leitern die Electricität, ohne ſich ſogleich durch die ganze Maſſe ins Gleichgewicht zu ſetzen, örtlich angehäuft ſeyn könnte? Zweytens kann man billig fragen: wie iſt es möglich, daß, ſo bald die Gewitterwolken zu regnen anfangen, durch den Regen, der ſie als Leiter mit der Erde in leitende Verbindung ſetzt, die Wolke nicht ſogleich entladen wird, da doch das Gewitter beym Regen noch anhaltend fortdauert? Endlich beobachtete Hr. De Luc Gewitter in hohen Thälern der Alpen, ohngeachtet die Wolken rund herum die Gipfel der das Thal bekränzenden Gebirge berührten, und alſo damit in leitender Verbindung waren. Die Gewitterwolken können alſo keine geladene Conductoren ſeyn. Hr. De Luc ſelbſt nimmt dagegen an, daß erſt beym Augenblick des Ausbruchs des Blitzes das electriſche Fluidum aus ſeinen Jngredienzen plötzlich in großer Menge auf eine Art gebildet werde, die wir erſt noch zu erforſchen haben, ehe wir im Beſitz der Kenntniß der Urſach der Erſcheinungen des Gewitters zu ſeyn glauben dürfen. Wenn übrigens die electriſche Flüſſigkeit nach Hrn. Volta aus dem Boden in die Atmoſphäre durch Verdunſtung übergienge, und ihre Rückkehr zum Boden ſtattfände, wenn ſich die Dünſte wieder in Waſſer verwandeln, ſo müßte es

immer bey allen ſtarken und plötzlichen Regengüſſen Donnerwetter geben, was doch nicht iſt.

Siebenter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie, überſ. im Journal der Phyſ. B. IV. S. 264. §. 16. und ff.

§. 1174. Der **Blitz**, oder der Ausbruch des großen electriſchen Funkens der Donnerwolken, würde eigentlich wol als ein Feuerballen erſcheinen, allein ſein Durchbruch durch die Luft, als einen ſehr unvollkommenen Leiter, giebt ihm die Geſtalt eines geſchlängelten Strahles. Hohe und hervorragende Körper ſind natürlicherweiſe dem Blitze vorzüglich ausgeſetzt. Das Ziel deſſelben iſt aber zuletzt die feuchte Erde oder das Waſſer, wo ſeine Wirkung eben wegen ihrer leitenden Kraft nun aufhört. Der Blitz trifft aber nicht immer die Erde.

§. 1175. Der Blitz folgt den beſten Leitern der Electricität, und dieſe ſind vorzüglich die Metalle, und dann die Feuchtigkeit. Dünne Metallſtücke und Dräthe werden davon auch wol geſchmolzen; größere durchlöchert. Er äußert dieſe Wirkung auf Metalle beſonders, wenn ſie in ſchlechte Leiter eingeſchloſſen ſind, ohne dieſe gerade zu entzünden, wenn es verbrennliche Körper waren. Er tödtet Menſchen und Thiere, aber gewiß wol öfter durch Schreck, Unterbrechung der Reſpiration, Aſphyxie, Phlogiſtiſirung der Luft, und durch Erſchütterung des Gehirns, als durch wirkliche Beſchädigung. Man hat freylich Beyſpiele von Brandflecken an den Leichnamen der vom Blitz erſchlagenen, und von Verletzung derſelben; aber ganz ungegründet ſind die Erzählungen von Zerſchmetterung der Knochen. Viele der

vom Blitz gerührten würden doch bey der ſchleuni-gen Anwendung von gehörigen Hülfsmitteln wieder zum Leben gebracht werden können. Nichtleitende oder ſchlechtleitende Körper zerſchmettert und zerbricht der Blitz, und ſpringt von ihnen zu den beſſer leitenden über. Die Gewalt deſſelben iſt dabey oft ausnehmend groß. Die Unterbrechung der Leitungen des Blitzes iſt mit einer Explosion verknüpft, deren Stärke von dem Umfange des nichtleitenden Körpers, oder des Blitzes ſelbſt abhängt. Auch wenn die Leiter zu klein ſind, und zu wenig Fläche haben, explodirt der Blitz. Bey den Exploſionen des Blitzes entſteht eben die Entzündung entzündlicher Subſtanzen. Daß das durch den Blitz hervorgebrachte Feuer an ſich ſchwerer zu löſchen ſey, als gemeines Feuer, iſt Fabel.

§. 1176. Der Donner iſt der Knall, der mit dem Ausbruche des Blitzes verbunden iſt. Er rührt, wie der geringere Knall des electriſchen Funkens, von der Erſchütterung der Luft her, die als eine ſchlechtleitende Subſtanz eine Exploſion des Blitzes veranlaßt. Aber das Rollen des Donners iſt ein bewundernswürdigeres Phänomen, als man bisher geglaubt hat, und Hr. de Luc hat auch hier gezeigt, daß die bisherigen Erklärungen ganz und gar unzureichend ſind.

De Luc a. a. O. §. 23.

§. 1177. Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geſchützes ſind unzulängliche Mittel, um einen Ort gegen die Wirkung des Blitzes zu ſichern. Auf dem freyen Felde ſind Bäume, in den Zimmern Bedeckungen mit iſolirenden Subſtanzen nicht allein

zwei-

zweifelhaft, ſondern oft gefährliche Sicherungsmittel. In die Keller dringt der Blitz freylich ſelten; aber der Aufenthalt darin iſt wegen anderer Urſachen beym Gewitter gefährlich. Am beſten iſt es, in Gebäuden, ſich in den untern Zimmern, die geräumig und hoch genug ſind, in der Entfernung von den Wänden und dem Ofen, am beſten auf Matratzen ſtehend, oder auf Stühlen ſitzend, aufzuhalten, und ſich von ſehr leitenden Subſtanzen zu entledigen. Es iſt irrig, wenn man glaubt, daß ein Luftzug den Blitz herbeylocken könne. Auf dem Felde iſt es am ſicherſten, ſich in einer Entfernung von funfzehn bis zwanzig Fuß von einem Baume und ſeinen Zweigen aufzuhalten, und ſich lieber niederzulegen, als zu ſtehen oder zu ſitzen. Iſt man zu Pferde, ſo iſt es ſichrer abzuſteigen, und nicht zu nahe beym Pferde zu bleiben.

J. A. H. Reimarus vom Blitze. Hamb. 1778. 8. Th. I. II. Ph. Pet. Guden von der Sicherheit wider die Donnerſtrahlen. Götting. und Gotha, 1779. 8. Tetens über die beſte Sicherung ſeiner Perſon bey einem Gewitter. Bützow und Wismar, 1774. 8. Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern. Gotha, 1774. 1778. 8.

§. 1178. Das beſte und ſicherſte Mittel aber, ein Gebäude vor den Wirkungen des Blitzes zu ſichern, ſind die Gewitterableiter, Blitzableiter, eine Erfindung von Franklin, durch welche allein er ſich ſchon um das Wohl der Menſchheit unſterblich verdient gemacht hat. Ihre Theorie gründet ſich darauf, daß eine ununterbrochene metalliſche Leitung von hinlänglicher Dicke die electriſche Materie des Blitzes ohne Beſchädigung anderer Körper bis ans Ende derſelben abführt. Wenn nun dieſe Leitung in

die feuchte Erde oder ins Waſſer geführt iſt, ſo folgt der Blitz, wenn er ja einſchlägt, ganz gewiß dem Metall bis in die Erde, ohne das Gebäude zu beſchädigen. Die Anordnung einer ſolchen Ableitung müßte alſo dergeſtalt beſchaffen ſeyn, daß ſie dem Anfalle des Blitzes eher, als andere Theile des Gebäudes ausgeſetzt, folglich über dieſe hervorragend, daß ſie uuunterbrochen, und endlich in die feuchte Erde, oder beſſer in flieſſendes Waſſer, oder in einen tiefen Brunnen fortgeführt wäre. Durch einen ſolchen Ableiter würde zwar nicht das Einſchlagen des Blitzes, aber doch das Beſchädigen des Gebäudes ſicher verhütet werden.

Reimarus ang. Schrift und Ebendeſſelben Vorſchriften zur Anlegung einer Blitzableitung an allerley Gebäuden. Hamb. 1778. 8. Die Kunſt, Thürme und andere Gebäude vor den ſchädlichen Wirkungen des Blitzes durch Ableitung zu bewahren, von J. J. von Felbiger. Bresl. 1774. 8. Anleitung, Wetterleiter an allen Gattungen von Gebäuden auf die ſicherſte Art anzulegen, von J. J. Hemmer. Mannheim, 1786. 8.

§. 1179. Da die metalliſchen Spitzen das Vermögen beſitzen, die Electricität in beträchtlicher Entfernung, und allmälig, einzuſaugen, ſo ging **Franklin** in ſeinem Vorſchlage noch weiter, durch einen ſo gehörig eingerichteten zugeſpitzten Ableiter nicht allein die Gewittermaterie auf einem unſchädlichen Wege zu leiten, ſondern auch die Wolke ſelbſt in ihren Wirkungen zu entkräften und den Schlag zu vermeiden. Man könnte einen ſolchen Blitzableiter einen **offenſiven** nennen, im Gegenſatze des vorher erwähnten **defenſiven**, mit dem er übrigens in ſeiner ganzen übrigen Einrichtung übereinkömmt, und deſſen Dienſte er ebenfalls im ereignenden Fälle verrichtet.

Da indeſſen die Gewitterwolken vor dem Ausbruch des Blitzes nicht mit Electricität nach Art iſolirter Conductoren geladen ſind (§. 1173.); ſo ſieht man leicht, daß es keine offenſiven Blitzableiter geben kann. Sie können alle nur defenſiv ſeyn, und dies wird immer noch ihren Werth unſchätzbar machen. Der Streit einiger Naturforſcher, ob die ſtumpfen oder ſpitzigen Ableiter den Vorzug verdienen, möchte wol auf nichts hinauslaufen, wenn man nur erwäget, daß die Quantität der electriſchen Flüſſigkeit beym Ausbruch des Blitzes ſo groß iſt, daß alle unſre ſtumpfen Blitzableiter in dieſer Hinſicht als ſpitzige anzuſehen ſind.

§. 1180. Das **Wetterleuchten** (fulguratio, coruſcatio), das zuweilen des Abends, ſelbſt bey klarem Wetter, wahrgenommen wird, iſt vom Blitze darin unterſchieden, daß es nie von einem Knall oder Donner begleitet wird. Ob es wirklich eine Entzündung brennbarer Dünſte in der obern Luft, oder ein ſehr entferntes Gewitter ſey, deſſen Donner nicht wahrgenommen werden kann, iſt noch nicht hinlänglich ausgemacht.

Torb. Bergmann de fulguratione obſervationes; in ſeinen *opuſc. phyſ. chem. Vol. V.* S. 348. ff.

§. 1181. Das ſogenannte St. **Elms-Feuer**, oder **Helenen-Feuer**, welches die Alten **Caſtor** und **Pollux** nannten, wo aus leitenden Spitzen hoher Thürme und Maſtbäume ein Licht in Form eines umgekehrten Kegels herausſtrömt, iſt wol ganz electriſchen Urſprungs, und zeigt ſich beſonders bey einer Gewitterluft.

Reimarus vom Blitze. §. 44. §. 172. u. ff.

§. 1182. Die Irrlichter oder Irrwiſche (ignes fatui, ambulones) ſind Entzündungen, oder vielmehr ein Leuchten phosphoriſcher Luftarten und Dünſte, die aus moraſtigem Boden, und aus einer mit faulenden und verweſenden Gewächſen und Thieren angefüllten Erde aufſteigen, und daher auch nur an ſolchen Orten geſehen werden, wo dergleichen Zerſetzung organiſcher Körper durch Fäulniß und Verweſung vorgeht. Weil bald an dieſer, bald an jener Stelle ein ſolcher Dunſt leuchtend wird, ſo hat es das Anſehn, als ob ſie forthüpfen, und zu dem Mährchen Gelegenheit gegeben, daß ſie vor dem flöhen, der ſie verfolgte, und den verfolgten, der vor ihnen flöhe; imgleichen daß ſie ſich dem Betenden näherten und von dem Fluchenden entfernten. Entzündungen brennbarer vielleicht phosphoriſcher Luftarten in den höhern Gegenden der Atmoſphäre heißen Sternſchnuppen (ſtellae cadentes), und wenn ſie die Figur eines geſchwänzten Cometen haben, fliegende Drachen oder Feuerkugeln (bolides)

§. 1183. Das Nordlicht (aurora borealis, lumen boreale) hat ſo viel Aehnlichkeit mit den Erſcheinungen des electriſchen Lichtes in der verdünnten Luft, daß man ſehr geneigt wird, es für ein electriſches Meteor zu halten. Die Nordlichter haben auch wirklich in den höchſten Gegenden der Atmoſphäre, und folglich in einer ſehr verdünnten Luft ihren Sitz, die für die electriſche Materie allerdings ein Leiter wird. Phosphoriſche Dünſte bringen zwar ebenfalls ein ähnliches Leuchten hervor; ich zweifle aber, ob ſie ſo hoch in der Atmoſphäre aufſteigen könnten, als das Nordlicht wirklich iſt Man hat ſonſt mancherley andere, zum Theil wunder-

derliche Urſachen zur Erklärung des Nordlichts angegeben. Mairans Meinung, daß die in die Erdatmoſphäre am Nord- und Südpole ſich einſenkenden Dünſte der Sonnenatmoſphäre das Nordlicht veranlaßten, laſſen ſich nach D'Alembert wichtige Zweifel entgegenſetzen; ſo wie auch Kulmus Erklärung, die P. Hell wieder vorgetragen hat, daß das Nordlicht eine bloße optiſche Erſcheinung ſey, und von dem Lichte herrühre, welches die Schneewolken und Eisberge am Nordpole, und die Schnee- und Eistheilchen in der Luft von der Sonne und dem Monde reflectirten, ſchon dadurch widerlegt wird, daß es unmöglich iſt, daß in der Luft feſte oder gefrorne Dünſte ſchwimmend ſeyn können, und das Schneelicht könnte auch unmöglich die Höhe erreichen, welche das Nordlicht hat. Das Zodiacal-Licht hat wahrſcheinlich einerley Urſprung mit dem Nordlichte.

Traité phyſique et hiſtorique de l'aurore boreale, par Mr. *de Mairan*. à Paris, 1733. 1754. gr. 4. *D'Alembert* opuſc. mathem. T. VI. S. 334. P. Hells Abhandlung über das Nordlicht, in den Wiener Ephemeriden vom J. 1777. *Torb. Bergman* Aurorae boreales, annis 1759. 60. 61. et 62. obſervatae; in ſeinen *opuſc. phyſ. chem. Vol. V.* S. 226. ff. Ebendeſſelben de aurorae borealis altitudine, ebendaſ. S. 272. ff.

§. 1184. Wenn es aus einer dunkeln Wolke regnet, und die Sonne dergeſtalt dagegen ſcheint, daß man ſich zwiſchen der Sonne und der Wolke befindet, ſo ſieht man ein ſchönes emphatiſches oder glänzendes Meteor, das ſich unter dem Namen des Regenbogens (iris, arcus coeleſtis) als einen bunten Bogen zeigt, oder doch ein Stück deſſelben vorſtellt, an welchem ſich die Farben des Prisma der-

dergeſtalt befinden, daß ſich die rothe Farbe nach außen, die violette aber nach innen zeigt. Außer dieſem **Hauptregenbogen** ſieht man gewöhnlich noch einen zweyten, oder **Nebenregenbogen** über dem erſtern, in welchem ſich die Farben in umgekehrter Ordnung, aber ſchwächer zeigen. Dieſe Erſcheinung hat ganz ihren Grund in der Reflexion der Sonnenſtrahlen innerhalb der Regentropfen der Wolke, und in der verſchiedenen Brechbarkeit des weißen Lichtes.

§. 1185. Um dieſes Phänomen gehörig zu erklären, müſſen wir zu der im Vorhergehenden nach **Newton** vorgetragenen Lehre von der verſchiedenen Brechbarkeit der Arten des homogenen Lichts zurückgehen. Der auf einen Regentropfen ſchief fallende Sonnenſtrahl geht nach dem Brechen gegen den Perpendicul theils hindurch, theils wird er von der hintern Fläche des Tropfens wieder reflectirt, und nach der äußern zugeworfen, oder erleidet auch wol im Tropfen eine doppelte Reflexion; beym Ausgange in der Luft wird der Strahl nicht nur vom Perpendicul abwärts gebrochen, ſondern auch, wie im Prisma, und in jeder ſchiefen Fläche, in ſeine ſieben Grundfarben geſpalten. Dieſe einfachen farbigten Strahlen machen nicht einerley Winkel mit dem einfallenden Strahle. Der rothe Strahl wird am wenigſten gebrochen, der violette am ſtärkſten. Der Winkel, welchen der einfallende Sonnenſtrahl und der einfach zurückgeworfene rothe Strahl mit einander machen, beträgt nach Newton 42° 2′; und der des violetten und des Sonnenſtrahls 40° 17′; die übrigen einfachen Strahlen dazwiſchen machen einen Winkel, der ſich dieſem oder jenem mehr nähert, je näher ſie in der Ordnung dieſem oder jenem liegen. Der Winkel,

wel-

welchen der zweymal im Tropfen reflectirte rothe Strahl mit dem einfallenden macht, beträgt 50° 57′, und beym violetten 54° 7′.

Newton optice, L. I. part. II.

§. 1186. Jetzt läßt ſich nun die Erklärung des Regenbogens leicht machen. Es ſey das Auge des Beobachters in O (Fig. 128.) und ſehe nach einer Regenwolke, ſo daß es die Sonne hinter ſich habe. Von der Sonne kommen unzählige Strahlen nach den aus der Wolke fallenden Regen, die wir für parallele halten können. Es falle ein Strahl von S auf den Tropfen A in b, ſo wird er in demſelben erſt dem Perpendikel durch Brechung zugelenkt werden, und nach a auf die hintere Fläche des Tropfens treffen. Hier wird zwar ein Theil Licht des Strahls hindurchgehen, ein anderer Theil aber doch nach c reflectirt, beym Ausgange vom Perpendikel abgelenkt, und in ſeine Grundfarben geſpalten werden. Er gelange unter dem Winkel SAO = 40° 17′ ins Auge, und iſt alſo violettes Licht. Die andern Arten des Lichts dieſes Strahls treffen wegen ihrer Divergenz das Auge in O nicht. Auf den Tropfen B fällt ebenfalls ein Sonnenſtrahl, und wird wie der vorige darin reflectirt und beym Ausgang gebrochen. Er komme unter dem Winkel SBO = 42° 2′ ins Auge in O, das alſo die rothe Farbe wahrnimmt. Die andern Farben erſcheinen zwiſchen A und B nach ihrer verſchiedenen Brechbarkeit. Man denke ſich einen Sonnenſtrahl SOM durch das Centrum der Pupille des Auges gehend; und den Winkel BAO um SM als um eine Achſe beweglich, ſo iſt klar, daß an allen Stellen des ganzen Weges, welchen BA beſchreibt, dieſel-

ben

ben Farben erſcheinen werden, wenn daſelbſt die Regentropfen ſtattfinden. Der Regenbogen iſt alſo als ein Theil der Peripherie der Baſis eines Kegels anzuſehen, deſſen Spitze der Mittelpunct der Pupille des Auges iſt. Hieraus erhellet, daß jeder Beobachter ſeinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Die Sonne, das Auge, und der Mittelpunct des Regenbogens ſind immer in einerley gerader Linie.

§. 1187. Auf die angeführte Art entſteht der Hauptregenbogen, oder der innere (§. 1184.), bey welchem die Strahlen in den Regentropfen nur einmal zurückgeworfen werden. Weil aber Strahlen SC, SD in f und g der Tropfen C und D auffallen, ſo erleiden ſie eine doppelte Reflexion in d, d, wodurch ſie natürlicherweiſe mehr geſchwächt werden, die Farben aber in umgekehrter Ordnung erſcheinen müſſen, nemlich in C roth, und in D violett; wenn der Winkel SCO 50° 57′, und der Winkel SDO 54° 7′ beträgt (§. 1185.).

§. 1188. Wenn man HR mit dem Horizonte parallel durch O zieht, ſo iſt der Winkel SOR = HOM; und die Höhe der Sonne über dem Horizont beträgt alſo ſo viel, als die Erniedrigung des Mittelpuncts M des Regenbogens unter demſelben. Hieraus folgt alſo ganz natürlich, daß, je höher die Sonne am Horizonte ſteht, um deſto weniger ſieht man vom Regenbogen. Wenn die Sonne 42° über dem Horizonte iſt, ſo kann der Hauptregenbogen nicht mehr geſehen werden; und auch nicht einmal mehr der zweyte oder äußere, wenn die Höhe der Sonne über den Horizont 54° und drüber beträgt. Wenn SM mit HR zuſammenfällt, ſo erſcheint die Hälfte des

Krei-

Kreiſes vom Regenbogen, und noch ein größrer Theil kann geſehen werden, wenn die Sonne noch nach ihrem Untergange in Regenwolken ihre Strahlen ſenden kann. Caſſini, Kraft und Bergman haben ſolche Beobachtungen. Wenn das Auge ſo hoch zu ſtehen kommen könnte, daß es bis 42° unter M ſehen könnte, ſo würde es den Hauptregenbogen als einen völligen Kreis erblicken; wie ihn der Graf von Mirandola geſehen zu haben bezeugt.

Torb. Bergman de arcus coeleſtis explicationibus; in ſeinen *opuſc. phyſ. chem. Vol. V.* S. 314. (Ich bin ihm in ſeiner gedrungenen Erklärung hier ganz gefolgt). Die Geſchichte der Meynungen über die Entſtehungsart des Regenbogens ſehe man auch bey ihm.

§. 1189. Nicht die Dünſte der Wolken ſind es, welche den Regenbogen bilden, ſondern wirkliche Tropfen des Regens. Wenn an einer Stelle der Wolke die Regentropfen fehlen, ſo bildet ſich kein zuſammenhängender Bogen, und man nennt ein ſolches kurzes Stück des Regenbogens eine Regengalle. Uebrigens erhellet noch aus dem Angeführten leicht, daß wir alle Augenblicke einen andern Regenbogen ſehen; daß wir bey uns nie in Süden einen Regenbogen erblicken; daß er deſto lebhafter erſcheinen müſſe, je dunkler die dahinter ſtehende Wolke iſt, und daß auch ein umgekehrter Regenbogen erſcheinen könne, wenn die Sonnenſtrahlen von einer ſtillen Waſſerfläche im fallenden Regen reflectirt werden. Auch das von Waſſerfällen als Regen in die Höhe geſprützte Waſſer, kann dem Zuſchauer in der gehörigen Stellung der Sonne einen Regenbogen zeigen. Daß die Breite des Sonnenregenbogens größer wahrgenommen wird, als aus der oben angeführten

Be=

Beſtimmung der Winkelgröße folgt, hat ſeinen Grund darin, daß wegen des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne einiges in Anſehung dieſer Winkel eine Abänderung erleidet. — Auch der Mond kann einen, obwohl weit ſchwächern, Regenbogen hervorbringen.

§. 1190. **Höfe**, (coronae, halones) oder größere und kleinere helle Ringe, um die Sonne oder den Mond, entſtehen ohne Zweifel ebenfalls nach den Geſetzen der Reflexion, Brechung und Zerſtreuung des Lichtes in den Dünſten unſerer Atmoſphäre; nur wiſſen wir nicht die Beſchaffenheit dieſer Dünſte mit Gewißheit zu beſtimmen. Die Bildung der ſogenannten **Nebenſonnen** und **Nebenmonde** iſt ebenfalls bis jetzt noch nicht ins Licht geſetzt, und ſo wenig ich mich von dem Daſeyn der Schnee- und Hagelwolken in der Luft überzeugen kann, ſo wenig kann ich auch glauben, daß ſie durch vertical in der Luft ſchwebende Eisnadeln hervorgebracht würden.

§. 1191. Die **Abend- und Morgenröthe** rührt daher, daß von den auf die Wolken oder Dünſte der Atmoſphäre fallenden Strahlen der Sonne nur die rothen allein in unſer Auge reflectirt werden. — Das ſogenannte **Waſſerziehen der Sonne** hat ſeinen Grund in der Erleuchtung der Dünſte der Atmoſphäre durch Sonnenſtrahlen, welche durch Oeffnungen dunkler Wolken, oder zwiſchen denſelben durchdringen.

Regiſter.

Die Zahlen bedeuten die Paragraphen. N. bedeutet die Note.

A.

Aal, electriſcher 1048
Abdrücke 1114
Abendröthe 1191
Ableiter, ſ. Blitzableiter.
Abſchwefeln der Kohlen 433
Abweichung der Magnetnadel 1071. der Strahlen wegen der Geſtalt des Glaſes 566. wegen der Farben 584
Acides 405. N.
Aderhaut des Auges 606
Aepfelſäure 447
Aepfelwein 491
Aether, Eulers 520. N.
Alaun 384
Alaunerde 384
Alaunerz 384. N.
Alaunſchiefer, bituminöſer 435
Alkali, flüchtiges 370
Alkalien 366. feuerbeſtändige 369 N.
Alkohol, Aufſteigen deſſelb. in Hahrröhrchen 144. N. eigenthüml. Gewicht deſſelb. 330. Eigenſchaften u. Miſchung deſſelben 493. 494
Alumine 384
Amalgama 415 N.
Ameiſenſäure 483
Ammoniakgas 848. ff.
Anamorphoſen, catoptriſche 553. N. dioptriſche 561
Anatomiſcher Heber, Wolfs 292. N.
Aneignung 173
Anhöhen 1099
Anker des Magnets 1057
Apparat, pneumatiſch-chemiſcher 814. 817
Arack 493
Aräometer 316. 325
Archimedeiſches Problem 331
Armaturen d. Magnets 1057
Arſenik, weißer 405. gelber, rother 440. N.
Arſenikkalk, ſchwarzer 405. N. phlogiſtiſirter, vollkommner 422. N.
Arſenikkönig, Arſenikmetall 405. 422
Arſenikſäure 361. 422
Aſche 468. 474. der thieriſchen Kohle 487
Aſphalt 432
Athmen 778. N. bringt luftſaures Gas hervor 825. und Stickgas 827
Atmidometer, Atmometer 1169
Atmoſphäre 766. 1141. u. ff.
Atome 39. 40. Unterſchied von Elementen 51
Attraction 117. 187.
Aufbrauſen 814
Auflöſung 162. auf naſſem, auf trocknem Wege 167. geſättigte 168. vermeinte des Waſſers in der Luft 719. 756
Auflöſungsmittel 163
Aufthauen 749
Augapfel 603
Auge, deſſen Beſchreibung 602. ff.
Augengläſer 635

Augen-

Augenhöhlung 603
Augenlieder eb.
Augenmaaß 624
Augennerve 605
Augenwimpern 603
Ausdehnung 51
Ausdünſtung 719. unmerkliche des Waſſers 753. ff.
Auslader 997. Henly's allgemeiner eb.
Ausſchlagen der Kälte 1161
Auſtralerde 390
Azote 829. N.

B.

Bäche 1138
Bäder 1142
Balſame, natürliche 547
Barometer 789. ff.
Barometerveränderungen 1148. ff.
Baroſcop 789
Baryte 385
Baſalt 1120
Batterie, electriſche 1004
Bedeckungen des Objectivglaſes 635
Beguins rauchender Geiſt 438. N.
Benzoeblumen, Benzoeharz, Benzoeſäure 459
Beobachtung 11
Bergbalſam 430
Bergcryſtall 386. Brechungsverhältniß 559
Berge 1099. Höhe derſelben über einen andern Ort 1101. feuerſpeyende 1118
Bergketten 1099
Bergöhl 431
Bergreihen 1099
Bergrücken 1100
Bergtheer 432
Berlinerblau 418. 488
Berlinerblauſäure 488. N.
Bernſtein 436
Bernſteinſäure 364
Beſtandtheile 48. nähere, entferntere 49. nähere der organiſchen Körper 444. nähere der Körper des Pflanzenreichs 445. nähere der Körper des Thierreichs 476
Beugung des Lichts 601
Beweglichkeit 51. 56
Bewegung, abſolute, relative 53. eigene, gemeinſchaftliche 58. wirkliche, ſcheinbare 59. krummlinigte 68. gleichförmige, veränderte, ungleichförmige, verminderte, beſchleunigte, gleichförmig beſchleunigte, gleichförmig verminderte, ungleichförmig beſchleunigte, ungleichförmig verminderte 73. Größe derſelben bey trägen Körpern 83. bey widerſtehenden Maſſen 112. einfache 86. zuſammengeſetzte 90. gerade, ſchiefe 97. geradlinigte 100. Geſetze derſelben 62—104
Bewegungspunct 271
Bewegungslehre, reine 57
Bier 491
Bierwaage 316
Bild des Gegenſtandes in Spiegeln, in Planſpiegeln 544. ff. in hohlen Kugelſpiegeln 551. in erhabenen Kugelſpiegeln 552. in cylindriſchen und coniſchen Spiegeln 553. in erhabenen Gläſern 568. in Hohlgläſern 572
Bimſtein 1120
Birnprobe, Smeatons 805
Bitterſalz 383. N. 1.
Bitterſalzerde 383
Bitterwaſſer 1141
Blaſebälge 778
Blättererde 458
Blätterkohle 433
Blende, phosphoreſcir. 652
Blendung im Auge 607. in Fernröhren 635
Bley 416
Bleyaſche 416. N.

Bleybaum 410 N.
Bleyeſſig, Bleyglätte, Bleyglas 416 N.
Bleyweiß 416
Bleyzucker 416 N.
Bliß 1174 ff.
Blißableiter 1178
Blutlauge 488 N.
Blutlaugenſalz 488
Blutwärme, menſchliche 675
Blutwaſſer 479
Bologneſerſtein 385. 652
Boracit, 382. Electricität deſſelben 1047
Borarſäure 359
Bouſſole 1069
Boyſalz 1127
Brandweinwaage 316
Braunſtein 425. giebt dephlog. Luft 859
Braunſteinkönig 425
Brechbarkeit, verſchied. des Lichts 574 ff.
Brechung der Lichtſtr. 554 ff. allgemeines Geſetz derſelben 556. Erkl. davon 559 N. verwandelt ſich in Zurückſtrahlung, ebend. 579. in ebenen Flächen 560. in gekrümmten Flächen 562. in converen Gläſern 564 ff. in Hohlgläſern 571
Brechungswinkel 555
Brechungsverhältniß 559
Brechweinſtein 424
Breite 29
Brennbarer Geiſt 493
Brennbares Weſen, ſiehe Brennſtoff.
Brenngläſer 904
Brennpunct, concaver ſphäriſcher Flächen 536. concaver elliptiſcher Flächen 537. paraboliſcher Flächen 538. imaginärer converer Fl. 539. erhabener Glaslinſen 564. imaginärer der Hohlgläſer 571
Brennſpiegel 904. 908 ff.
Brennſtoff 917. als Beſtandtheil der Metalle 405. was ihn bildet 650. 917
Brennweite, Beſtimm. derſ. bey concav. Kugelflächen 536. u. N. der imaginären bey converen Kugelflächen 539 N. erhabener Glaslinſ. 565. Beſtimm. derſ. eb. N. 567. der Hohlgläſer 571. N.
Brillen 629
Bronze 398. N.
Brunnen, gegrabene 1140. Kirchers 774. N. intermittirender 778. N.
Brunnenwaſſer 1141
Butter 478

C.

Calorimeter 734
Camera obſcura des *Baptiſta Porta*, optiſche, dioptriſche, tragbare: clara Rheinthaleriſche 570. N.
Capacität der Körper für Wärme 701
Carbone 473
Carmin, blauer 426. N.
Carteſianiſches Teufelchen 312. N. 767
Caſtor und Pollur 1181
Cathetus incidentiae 532
Caoutchouc 448
Cementkupfer 410
Cementwaſſer 1141
Centralbewegung 103. Anwendung ihrer Lehre auf das Planetenſyſtem 260. N.
Centralkräfte, Centrifugalkraft, Centripetalkr. 103
Centrum motus 271. virium 103. gravitatis 211. oſcillationis 247
Chamäleon mineraliſches 325
Chamſin 1157. N.
Chaux 381
ChineſiſcherPurzelm. 219. N. 1
Cohärenz, eine eigene Grundkraft 114. Phänomene derſelben 115 u. ff.

Cohä-

Cohäſion 115
Collectivglas 633. N.
Collector, Cavallos 1038
Condenſator der Wärme 743. N. der Electricität, deſſen Theorie 1033. ff. Voltas 1030. Lichtenbergs Verbeſſerung 1037
Conductor der Electriſirmaſchine 951. 954. des Electrophors 1011
Conſiſtenz 120
Convergenz der Lichtſtrahlen 524
Compaß 1069
Compreſſionsmaſchine 768
Crater 1118
Cryſtallinſe 609
Culminirender Punct des Magnets 1082

D.

Dammerde 510. 1102. 1116
Dampf 710. ſeine Bildung aus Waſſer 711. Zuſammenſetzung deſſelben überhaupt 337. 717. Theorie deſſelben 716. ff.
Dampfkugel 715
Dampfmaſchine 715
Declination der Magnetnadel 1071
Dehnkraft 336
Demantſpatherde 389
Desmourſche Membran 604
Deſtilliren 723
Diabet der Alten 774
Diagonalmaſchine, Eberhardiſche 91. N.
Diamant gehört zu den brennbaren Mineralien 442. Brechungsverhältniß deſſelben 559
Dianenbäume 410
Dicht, Dichtigkeit 34. 43.
Digeſtivſalz 374
Divergenz der Lichtſtrahlen 524
Donner 1176
Doppelbarometer 795
Doppelſtrich beym Magnetiſiren 1066
Drachen, fliegende 1182
Druckpumpen 768
Dunkelheit 514
Dunſt ſ. Dampf.

E.

Ebbe und Fluth 1128. Phänomene 1128 – 1130. Theorie 1131. ff.
Ebene, waſſerrechte 181. ſchiefe, geneigte, inclinirte 220
Echo, einſylbiges 893. vielſylbiges, vielfaches 894
Einfallsloth des Lichtſtrahls 532
Einklang 901
Eis 746. ff. verſchluckt beym Schmelzen Wärmeſtoff 724. ff.
Eisapparat des Hrn. Lavoiſier 734
Eiſen 418
Eiſenkalk, unvollkommener, vollkommener 418. N.
Eiſenmohr 418 N.
Eiſenvitriol, grüner 418
Elaſticität 123. flüſſiger Körper 334
Electricität 930. mitgetheilte, urſprüngliche 941. entgegengeſetzte 961. poſitive und negative 962. Geſetze d. verſchiedenen Arten derſelben 964 — 978. Unterſchied zwiſchen poſitiver u. negativer 971 — 973. freye, ſenſible, gebundene 981. verſtärkte 990. Franklins Syſtem 1044. Electr. des Turmalins, und anderer Steine 1047. einiger Fiſche 1048. Galvanis thieriſche 1049. atmoſphäriſche 1172. der Gewitterwolken 1173.
Electricitätsſammler, Cavallos 1038

Electricitätsträger, beſtändiger 1008
Electricitas vindex des Beccaria 988
Electriſche Materie 930. hat Licht zum Beſtandtheil 650. 1046. iſt ein expanſibles Fluidum 334. de Lucs Theorie über die Natur derſelben 1046
Electriſirmaſchine 951. verſchiedene Arten derſelben 952
Electrometer, und verſchiedene Arten deſſelben 965
Electrophor und deſſen Theile 1008 ff. Phänomene deſſelben 1013 ff. deſſen Theorie 1026 ff.
Elemente 49. 50 N.
Elementarwelt 303
Emanationsſyſtem d. Lichts 520 N.
Entbindungsflaſche 819
Entzündlicher Grundſtoff, ſ. Brennſtoff.
Entzündung, ſ. Verbrennen.
Erdbeben 1123
Erden 377. einfache 378. abſorbirende, alkaliſche 379. des Metalles 400
Erderſchütterungen 1123
Erdharze 429
Erdkohle 435
Erdöhl 431
Erdpech 432
Erdrohr 638
Ergänzungstheile 48
Erſchütterungsflaſche, Kleiſtiſche, Leidner 990. Einrichtung derſelb. 992. Phänomene derſelben 989. 994 — 1005. Theorie 1006
Erſchütterungsverſuch 990
Erzlager 1109
Eſſig 497. deſtillirter 458. 499
Eſſiggährung 489
Eſſignaphtha 495
Eſſigſäure 458
Eudiometer 868. neuverbeſſertes des Fontana 869. u. ff. durch Verbrennen des Phosphorus 872
Expanſibilität 334. 339. rührt von einer eigenen bewegenden Kraft her 336
Expanſivkraft iſt eine Grundkraft 114. 336.
Eyweiß 429

F.

Fadenartiger Theil des Blutes 480
Fällung, Fällungsmittel 175
Fäulniß, ihre Bedingungen und Phänomene 501 ff.
Fall ſchwerer Körper, und Geſetze deſſelben 195 ff. auf einer ſchiefen Ebene, Geſetze deſſelben 220 — 231. Fall in krummen Linien 230. 241. 245
Fallhöhe, 197 ff. Beſtimmung derſelb. durchs Pendul 254
Farben im Prisma 573. ff. ihre Theorie nach Newton 586. der Körper 590. ff. der durchs Prisma betrachteten Körper 593. Veränderung der F. d. Körp. durch Veränderung ihrer Miſchung 599
Farbenbild 573
Federharz 448
Federkraft 123
Fernröhre, dioptriſche, catadioptriſche 634. Holländiſches, oder Galiläiſches, Keplerſches 637. Erdrohr 638. 336. farbenloſes, achromatiſches, Dollondſches 641 f. reflectirende ſ. Spiegeltelescope.
Feſtigkeit 125. 339
Fett 478.
Fettſäure 478 N.
Feuchtigkeiten des Auges 604
Feuer 902. deſſen Entſtehung beym Verbrennen ſ. Verbrennen.

Feuerfontaine 782. N.
Feuerkugeln 1182
Feuerluft ſ. dephlogiſt. Luft.
Feuermaſchine 715
Figur 30
Finder am Newtonſchen Spiegelteleſcop 644
Finſterniß 514
Fiſchbeinhygrometer 759
Flamme 920. Verſchiedenheit in der Farbe derſelben 922. iſt kein reines Feuer 923
Flaſche, Kleiſtiſche ſ. Erſchütterungsflaſche.
Flaſchenzug 281
Fleiſchbrühen 477
Fliehkraft der Erde 260. N. 12. vermindert die Schwere eb. 13. und die Beſchleunigung des Penduls 251. 2.
Flintglas, eigenthümliches Gewicht deſſelb. 330. Brechungsverhältniß 559. Anwendung zu achromatiſchen Fernröhren 642
Flötz, Flötzgebirge 1110
Flötzklüfte 1105
Flüſſe, chemiſche 708
Flüſſe des feſten Landes 1138
Fluß, Baumes ſchneller 708. N.
Flüſſigkeit 125. tropfbare 129. 335. 339. expanſible, elaſtiſche 129. 335. discrete 335. ſtrahlende 340
Flußſpath 382. N. 4. Leuchten deſſelb. 552
Flußſpathſäure 358
Fluth, ſ. Ebbe und Fluth.
Fraterna caritas 774. N.
Froſtpunct, künſtlicher 667. natürlicher 668.
Fundamentalabſtand am Thermometer 667
Fundamentalelectrometer de Lucs 965

G.

Gährung 489 ff.
Gährungsmittel 492
Gänge 1106. ff.
Galmey, kryſtalliſirter iſt electriſch 1047
Galläpfelſäure 460
Gallerte 477
Gangart 1106
Ganggebirge 1109
Gangklüfte 1106
Ganzmetalle 393
Gas, Gasarten 271. 813 ff. luftſaures 365. 821. ff. ſchweres brennbares, 469. 484. 507. 841. ff. leichtes brennbares 835. ff. hepatiſches 844. f. N. ſalzſaures 851 f. Stickgas 827 ff. Salpetergas 830. ff. Phosphorgas 846. f. Ammoniakgas 848. ff. Schwefelgas 856. flußſpathſaures 857. ff.
Gazometer 838
Gebirge 1099. 1103. uranfängliche, einfache 1105. Flötzgebirge 1110. aufgeſchwemmte 1115. vulcaniſche 1118. plattes Landgebirge 1116. Seifengebirge 1117.
Gebirgsarten, uranfängliche 1105. Flötz⸗ 1112. Gang⸗ 1107. vulcaniſche 1120
Gefälle, der Flüſſe 1138
Gefäßhaut des Auges 606. der Sehnerven 605
Gefrieren 709. des Waſſers 746. ff. der Fenſter 1161
Gefüge 127
Gegenkraft 108
Gegenwirkung 108
Geigenharz 447
Geiſt, wäſſerigt ſalziater 469. 471. flüchtig alkaliniſcher ebendaſ. 484. brennbarer 493. 705. N.
Geräuſch 881
Geſchwindigkeit 72. ff.
Geſtehen 709
Geſundbrunnen 1141

Getöſe 881
Gewächsalkali 367. 368. 474
Gewicht 189. abſolutes 192. eigenthümliches 193 f. Beſtimmung deſſelben durch Waſſerwägen 310 ff. relatives od. reſpectives 222. 307
Gewitter 1171 ff.
Gewitterableiter 1178
Glanzkohle 433
Glas, gemeines 387. Brechungsverhältniß 559. N. metalliſches 401. durch Kobaldkalk tingirtes 423. N. vom Spießglanze 424. N.
Glascylindermaſchinen 952
Glaselectricität 962
Glasgeräthſchaft, Parkerſche 819. 822.
Glanslinſen 562
Glasſcheibenmaſchin. 952. N.
Glauberſalz 374. N. 2.
Gleichartigkeit der Maſſe 45
Gleichgewicht am Hebel 273. 276. ff. flüſſiger Körper 285 ff. flüſſiger und feſter 306. ff.
Glühen, Glühefeuer 920. 923.
Gold 412. große Dehnbarkeit deſſelben 40 N.
Goldkalk, Goldpurpur des Caſſius 412
Graphit 443
Gravitation 182
Griesholz-Tinctur 598
Grobkohle 433
Größe, ſtetige 34. der Bewegung träger Maſſen 83. widerſtehender Maſſen 112. ſcheinbare des Gegenſtandes 620
Grünſpan 417. kryſtalliſirter, ebendaſ.
Grundkräfte 8. 113
Grundkryſtalliſation 132
Grundmaſſen 48
Grundſtoffe 48
Gummi 446
Gummiharze 447
Gußeiſen 418
Gymnotus electricus 1048
Gyps 382. leuchtet 652

H.

Haarröhrchen, ihre Phänomene, und Theorie derſelben 141. ff. 154
Häute des Auges 604
Hagel 1168
Halbkugeln, magdeburgiſche 806. N.
Halbleiter 937
Halbmetalle 393
Halbſäuren 405. N.
Halbſchatten 530
Hammerſchlag 418. N.
Harz 447. N.
Harzelectricität 962
Hebel, mathematiſcher, geradlinigter, phyſiſcher 271. doppelarmigter, einarmigter 272. gebrochener 281. Geſetze des Hebels 273. ff.
Heberbarometer 791
Hefen 490
Helenen-Feuer 1181
Helintrop 386. N.
Helligkeit 514
Heronsball, Heronsbrunnen 779
Hitze 654
Hitzmaterie 656
Höfe um den Mond 1190
Höhenrauch 1163
Höhlen, unterirdiſche 1124
Höllenſtein 414
Hohlgläſer 562. Phänomene des Lichts darin 571. 572. Anwendung für Kurzſichtige 628
Holz, bituminöſes 435
Honigſtein 429
Horizontalebene, Horizontallinie 181
Hornhaut 604
Hornſilber 414. N.
Holzerde, bituminöſe 435
Hufeiſen, magnetiſches 1069
Hügel 1099

Hydrauliſche Maſchine, Segners 299
Hydrogène 765
Hydrophan 600
Hydroſtatiſche Waage 319
Hyetometer 1169
Hygrometer 757. Sauſſures, de Lucs 759
Hygroſcop 757
Hypomochlion 271

J.

Jnbegriff 41
Jnclination d. Magnetn. 1075
Jndifferenzpunkte des Magnets 1081
Jnſeln 1100. 1126
Jrrlichter 1182
Jrrwiſche 1182
Jsländiſcher Kryſtall, deſſ. Brechungsverhältniß 559. deſſ. Verdoppel. d. Gegenſt 561 N.
Judenpech 432

K.

Kälte 135
Käſe 479
Kalk, metalliſcher 400. lebendiger, ungelöſchter 381
Kalkborax, ſ. Boracit.
Kalkerde, reine 381. rohe, gebrannte, lebendige, ungelöſchte, ebend.
Kalkleber 438. N.
Kalkſalpeter 382. N. 2.
Kalkwaſſer 381
Kampher 464
Kampherſäure 464
Kernſchatten 530
Kieſelerde 386
Kieſelfeuchtigkeit 387
Klang 881
Kleber 449
Klockengut 398. N.
Knall 881
Knallgold 412. N. 928. N.
Knallkügelchen 715
Knallpulver 928. N.
Knallſilber 414. N. 928. N.
Knochenerde 481
Knochenmaterie 481
Koboldmetall 423. iſt des Magnetiſmus fähig 1055
Koboldkalk 423
Koboldkönig, ſ. Koboldmetall.
Koboldvitriol 423. N.
König, metalliſcher 400
Körper 32
Kohle, vegetabiliſche 473. thieriſche 486
Kohlenblende 434
Kohlendampf, Schädl. deſſ. 828
Kohlenſtoff 437. N.
Kohlenſäure 365. N.
Korkkugelelectrometer, Cantons 965
Kraft 60. 85. 106. der Trägheit, Keplers 61. bewegende, beſchleunigende 82. 110. anziehende 117. 156. zurückſtoßende 156. der Schwere 188. fäulnißwidrige, antiſeptiſche 508. wärmeleitende 739. Cohäſionskraft 116 ff. Expanſivkraft 336
Kryſtall 130. Jsländiſcher, ſ. Jsländiſcher Kr.
Kryſtalliſirung 130 ff.
Kuchen des Electrophors 1009
Küchenfeuer 905
Küchenſalz 374. N. 8.
Küchenſalzſäure 357. dephlogiſtiſirte 357. 854
Kütte 135
Kupfer 417. weißes 398. N.
Kupfervitriol 417. N.
Kurzſichtigkeit 628
Kyanometer 1146

L.

Lampe, des Cardanus 219. N. 3. Argand's 921. N.
Lampenmikroſkop, Adams 570
Land, feſtes 1099
Landhöhen 1100
Landrauch 1163
Landrücken 1000
Landwinde 1155
Laterna magica 570
Laugenſalz 366. vegetabiliſches 368. ätzendes, ebend.

luftſaures 374. N. mineraliſches 369. flüchtiges 370. phogiſtiſirtes 488. ſ. Alkali.
Lava 1120
Lebensluft 859. ff.
Leere, Torricelliſche 769. Boyleiſche, Guerickſche 805
Legirungen 398
Leim 477
Leiter der Wärme 737 ff. der Electricität 935. 936. 940
Leuchtſteine, Marggrafs 652
Libavs rauchender Spiritus 419. N.
Licht 513. iſt eine ſtrahlende, elaſtiſche, diſcrete, imponderable Flüſſigkeit 519. Geſchwindigkeit der Ausbreitung deſſelben 520. Gründe für Daſeyn einer eigenen Lichtmaterie 520. N. Stärke deſſelben 523. Zurückſtrahlung, Reflexion deſſelben 531 ff. Brechung deſſelben 554 ff. verſchiedene Brechbarkeit deſſelb. 573 ff. Beugung deſſelben 601. fixirtes 648 ff. wobey es entwickelt wird 649. bildet in Vereinigung d. Materie d. Wärme den Brennſtoff 650. 917. Quelle deſſelb. beym Verbrennen nach Lavoiſier 650. bildet electriſche Materie 650. 1046.
Lichtmaterie, ſ. Licht.
Lichtſtrahlen 518. divergirende, convergirende 524. parallele 525. ſ. Licht.
Linſen, optiſche 562
Locker 34
Löthen 135
Löthrohr 913. N.
Luft, Eigenſchaften derſelb. 766. ff. ihre Entſtehung aus feſten u. flüſſigen Körpern 710. trägt zur Erzeugung der Dämpfe nichts bey 718. Elaſticität derſelben 767. iſt ſchwer 769. iſt ein flüſſiger Körper 771. Zuſammenpreſſung derſelb. 779. ſpecifiſches Gewicht derſelb. 807. dephlogiſtiſirte, reine, einathmungsfähige 856. Baſis der reinen 873. Miſchung der atmoſphäriſchen 864 ff. wie man den Grad der Reinigkeit der atmoſphäriſchen beſtimmt 868 ff. ſ. Gas.
Luftarten, ſ. Luft und Gas.
Luftbild 551
Lufterſcheinungen, ſ. Meteore.
Luftgütemeſſer ſ. Eudiometer.
Luftpumpe 799. verſch. Arten derſelben 823
Luftſäure 365
Luftſaures Gas, ſ. Gas.
Luftthermometer 663. Amontons 797. Bernoulliſches 798
Luftzunder 926
Lumière 50. N.
Lupen 562
Lymphe 479

M.

Maaß d. Centripetalkraft 103
Magneſie 383
Magnet, natürlicher 1050. Polarität deſſelben 1051. 1071. ff. anomaliſcher, zuſammengeſetzter 1052. zieht auch Kobaldkönig an ſich 1055. gewaffneter oder armirter 1057. künſtlicher 1064 ff. 1078 f.
Magnetiſche Materie, Theorie derſelben nach Hrn. Preveſt 1083 ff.
Magnetnadel, Abweichungsn. 1070. Neigungsn. 1076
Magnetometer 1058
Manometer 810
Markhaut 608
Mariottiſches Geſetz 780
Maſſe, des Körpers 41. gleichartige, ungleichartige 46. widerſtehende 110

Maſticot 416 N.
Maſtix 447 N.
Materie 31. ſchwermachende 187. kaltmachende 657. electriſche ſ. electriſche. magnetiſche ſ. magnetiſche.
Meerbuſen 1126
Meerſalz 374. N. 8. 1127
Meerwaſſer 1127
Mechanismus d. Stehens, Gehens, Aufſtehens 219. N. 5.
Mehl 449
Meniſcus 562
Mennige 416. N.
Meridian, magnetiſcher 1071
Metalle 348. 391. 402. halbe und ganze 393. welche ſich ſchweißen laſſen 394. flüchtige, fixe 397. reguliniſche 400. edle, unedle, ebendaſ. woraus die reguliniſchen beſtehen 405. reguliniſche ſind nach Lavoiſier einfache Subſtanzen 405. N.
Metallgemiſche 398
Metalliſche Kalke 400
Metalliſche Salze 353
Metallthermometer 676
Metallverſetzungen 398
Metallverwandlungen 411
Meteore 1144. luftige, ſ. Winde, wäſſerige 1159. ff. electriſche 1171. ff. emphatiſche oder leuchtende 1184
Meth 491
Milchpumpen 778 N.
Milchzucker 482
Milchzuckerſäure 482
Mikroelectrometer, Mikroelectroſcop 1032
Mikroſcop 630. einfaches 631. f. zuſammengeſetztes 633
Mineralalkali 369. wird aus der Aſche mehrerer am geſalzenen Meerufer wachſenden Pflanzen gewonnen 474
Minderers Geiſt 458
Minuselectricität 962
Mittel, freyes, leeres, widerſtandleiſtendes 69
Mittelflaſche 819
Mittelgebirge 1103
Mittelpunct der Kräfte 103. der Schwere 211. der Schwingung 247
Mittelſalze 353. 379.
Mörtel 135. 381.
Molybdänmetall 426
Molybdänſäure 362
Moment der Laſt oder der Kraft 277
Montgolfieren 786. N.
Morgenröthe 1191
Muſivgold 440 N.
Muſſons 1154

N.

Naphtha, natürliche 430 künſtliche 495.
Natur 1
Naturbegebenheiten 7
Naturgeſetze 9
Nebel 720. 1162
Nebenmonde 1190
Nebenſonnen 1190
Nebenwinde 1152
Neigung der Magnetnadel 1075
Neigungscompaß 1076
Neigungsloth 532. 555
Neigungsnadel 1076
Netzhaut des Auges 608
Neutralſalze 372. ff.
Nichtleiter der Electricität 936. 939.
Nickel 421
Niederſchlag 175. auf naſſem, auf trocknem Wege 176
Niederſchlagung, Niederſchlagungsmittel 175
Nordlicht 1183
Nordpol des Magnets 1052
Nordwind 1152
Normalkraft 103

O.

Objectivglas 635
Ocular, Ocularglaͤſer 633
Odometer 219
Oehl 461. mildes, ebendaſelbſt. ätheriſches 463. brenzlichtes 469. 472. thieriſches 485

Om-

Ombrometer 1169
Operment 440. N.
Operngucker 549. N.
Orcan 1158
Ort, abſoluter, relativer 52
Oſtwind 1152
Oxygène 765

P.

Panzer d. Magnets 1057
Paſſatwinde 1154
Pechkohle 433
Pendul 232. einfaches, mathematiſches, zuſammengeſetztes 233 246. Schwingung deſſelb. 355. Länge d. einfachen 249. Grahams roſtförmiges 251. Geſetze deſſelb. 236–252.
Pendeluhr 253
Percuſſionsmaſchine des Mariotte 264
Perſpectiv, magiſches 549. N. ſ. Fernrohr.
Pflanzenbutter 461
Pflanzenſtoff, ſcharfer 465. narkotiſcher 466
Pfundzinn 398 N.
Phlogiſton ſ. Brennſtoff.
Phosphor, Kunkels, Hombergs, Balduins, Cantons 652. Anwendung deſſelb. zur Prüfung der Luft 872
Phosphoreſcenz der Körper 651
Phosphorgas, entzündliches 846. f.
Phosphorſäure 360
Piſtole, electriſche 955
Platina 413
Plattformen 1000
Pluselectricität 962
Pole des Magnets 1052. künſtliche 1057. gleichnamige 1060. ungleichnamige 1061. freundſchaftliche, feindſchaftliche 1063
Polemoſkop 549. N.
Ponderoſität 192
Poroſität 35. 51.
Potaſſe 386. N.
Pottaſche 368. 474
Preußiſche Säure 488. N.
Prinzmetall 398. N.
Pulshammer 713. N.
Pupille des Auges 607
Pyrometer, Wedgewoods 676. was man noch mit dieſem Namen benennt 705
Pyrophan 600
Pyrophorus, Hombergs 926

Q.

Quadrantenelectrometer 965 N.
Queckſilber 415. verſüßtes ebendaſ. N Anwendung zu Thermometern 663. zu Barometern 793. 794. wann es gefriert, und wann es anfängt zu ſieden 675
Queckſilberapparat 818
Queckſilberkalk 415. N.
Queckſilberpräcipitat, weißer 415. N.
Queckſilberſalpeter 415. N.
Queckſilberſublimat, ätzender 415. N.
Queckſilberthermometer 663
Queckſilbervitriol 415. N.
Quellen 1138. heiße 1141
Quellwaſſer 1141

R.

Rad, an der Welle 281
Radbarometer 795
Raja Torpedo 1048
Rauch 720. beym Verbrennen 920
Raum 29. 32. leerer 32. zerſtreueter leerer 35. abſoluter 52
Rautenglas 561
Recipient der Luftpumpe 800
Reduciren der Metalle 403
Reflexion des Lichts 531. federharter Körper 268. 269
Regen 1165
Regenbogen, und deſſen Theorie 1184. ff.
Regenbogenhaut 607
Regenmaaße 1169
Regulae Neutonianae 19
Reibzeug der Electriſirmaſchine 951. Einrichtung deſſ. 953
Reif 754. 1161
Reißbley 443

Rei-

Reiſebarometer 795
Reſonanz 884
Rhomboidalſalpeter 374. N. 5.
Richtung 67
Röhre, Torricelliſche 769
Roheiſen 418
Rolle 281
Rollen des Donners 1176
Roſt 406. N.
Ruhe, abſolute, relative 54
Ruhepunkt 271
Rücken der Flötzgebirge 1113
Rum 493
Ruß 920

S.

Saalbänder 1106
Säuren 354
Saflor 423. N.
Salmiak, gemeiner 374. N. 9
Salmiakgeiſt, ätzender 370
Salpeter, gemeiner 374. N. 4.
Salpetergas, Eigenſchaften deſſelben 830
Salpetergeiſt, rauchender 356
Salpeterluft, ſ. Salpetergas.
Salpeternaphtha 495
Salpeterſalmiak 374. N. 6.
Salpeterſäure 356. Erzeugung derſelben bey der Verweſung 511. durch den elektriſchen Funken 1043. durch flüchtiges Alkali 511
Salze 349. Kryſtalliſirung 351. Eintheilung derſelben 353
Salzgeiſt, rauchender 357
Salzkryſtalle 351. verwitternde 352
Salzſäure, ſ. Küchenſalzſäure.
Salzſoolen 1143
Salzwaage 316
Samiel 1157. N.
Sammlungsgläſer 564
Sandarac 447
Sauerbrunnen 1141. künſtl 822
Sauerkleeſäure 454
Sauerkleeſalz 454
Sauerſtoff 765
Saugen 778. N.
Saugpumpen, Aufſteigen des Waſſers in denſelben 771. N.
Schall 874. ff.
Schallſtrahlen 885
Schatten 527. gerader, umgekehrter 528. wahrer, Halbſchatten 530
Scheibenmaſchine 952
Scheidung 159
Schieferkohle 433
Schießpulver 928. N.
Schillern der Körper 597
Schlacken 387. N.
Schlagweite des elektriſchen Funkens 946
Schleim 446
Schluchten 1099
Schmelzen 707
Schmelzungsmittel 708
Schminkweiß 420. N.
Schnee 1166
Schwadenarten 820. entzündliche 841
Schwefel 437
Schwefelbäder 1142
Schwefelgas 856
Schwefelkies 440. N. Selbſtentzündung deſſelben 925
Schwefelleber 438
Schwefellebergas 439
Schwefelluft, ſ. Schwefelgas.
Schwefelmetalle 440
Schwefelmilch 439
Schwefelwäſſer 844. 1141
Schwere 44. 114. 182 ff.
Schwererde 385
Schwerkraft 188
Schwerpunkt 211. ff. Directionslinie deſſelben 214
Schwerſpath 385. N. Leuchten deſſelben 653
Schwerſtein 427
Schwingung des Penduls 235. Mittelpunkt derſelben 247
Schwingungspunkt 247
Schwingungszeit 236
Schwung, halber, einfacher, ganzer, zuſammengeſetzter, iſochroniſcher 236
Secundenpendul 249
Seewinde 1155

Sehen,

Sehen, Bewandtniß damit 612 ff.
Sehewinkel 620
Seite 462
Seifengebirge 1116
Seignetteſalz 453
Selbſtentzündung 924. 925
Selenit 382. N. 1.
Siedepunkt am Thermometer 667. genaue Beſtimmung deſſelben 672
Silber 414
Silberbaum 410. N.
Silberglätte 416
Silberſalpeter 414. N.
Silurus electricus 1048
Similor 398. N.
Sirocco 1157. N.
Smalte 423. N.
Soda 369
Sonnenfeuer 905
Sonnenmikroſkop, Lieberkühns, Martins 570
Sonnenrauch 1163
Sonnenzeit, wahre, mittlere 71. N.
Spangrün 417. N.
Speckhaut 480
Spiegel 540. es giebt keinen vollkommenen mathematiſchen 541. Materien, woraus ſie gemacht werden 542. ebene, oder Planſpiegel 543. Phänomene derſelben 544. ff. hohle Kugelſpiegel, Phänom. davon 551. erhabene Kugelſpiegel, Phänomene 552. cylindriſche, coniſche 543
Spiegelkabinette 548. N.
Spiegelkaſten 548. N.
Spiegelteleſcope 643. Neutonſches 644. Gregoryſches 645. Caſſegrainſche 646. Herſchelſche 647.
Spiegelzimmer 548. N.
Spießglasbutter 424. N.
Spießglanzmetall 424
Spiritus Mindereri 458
Sprachgewölbe 892
Sprachrohr 892
Springkraft 123
Spritzen, Aufſteigen des Waſſers in denſelben 771. N.
Stachelbauch, elektriſcher 1048
Stärke 450. blaue 423. N.
Stahl 418
Stahlbrunnen 1141. luftſaure 821
Stalactiten 1141
Stechheber 771. N.
Steinkohle 433. unverbrennliche 434
Steinöhl 431
Steinſalz 374. N. 8.
Sternentag 71. N.
Sternrohr, Keplerſches 637
Sternſchnuppen 1182
Stickgas 827 ff.
Stickſtoff 829. N.
Stiefel, der Luftpumpe 800
Stockwerk, in der Gebirgslehre 1109
Stoß 63. gerader, ſchiefer 97. ſchwerer Körper 261. Geſetze deſſelben bey rigiden Körpern 264. bey federharten Körpern 266 ff.
Stoßmaſchine, des Mariotte 264. N.
Strahlenbändchen d. Auges 606
Strahlenbrechung, aſtronomiſche 561. ſ. auch Brechung.
Strahlencylinder 225
Strahlenkanal, Fontana's 606
Strahlenkegel 512
Ströme 1137. des Weltmeers 1136.
Stufenleitern der einfachen Wahlverwandtſchaften 178
Stückgut 398. N.
Sturm 1158
Sublimiren 723
Südwind 1152
Sulze 477
Sümpfe 1137
Sumpfluft 507. ſiehe ſchweres brennbares Gas.
Süße Salze 353
Sympathetiſche Tinte, aus Kupfer 417. N. aus Kobalt, Hellotſche u. blaue 423. N.

T.

T.
Taucherglocke 775. N.
Tagewaſſer 1140
Talg 478
Talkerde 383
Tangentialkraft 103
Taſchenelectrometer 965. N.
Teleſcope, ſ. Fernröhre und Spiegelteleſcope.
Temperatur 681. wie ſie verändert wird 687
Terpenthin, Terpenthinöhl 447
Tetrachord 901
Teufelchen, carteſianiſches 312
Thäler 1099
Thau 1160
Theilbarkeit 36. 51
Theile, gleichartige, ungleichartige 48
Theilganze 48
Theilung, phyſiſche, mechaniſche 40. 159 chemiſche 48. 159
Thermometer 661 ff. Luft-Weingeiſt-Queckſilber-663. Drebbelſches 665. Florentiniſches 666. Fahrenheitiſches 667. Reaumurſches 668. Lisleſches 670. Celſiusſiſches 670. Reducirung ihrer Scalen 671. Beſtimmung d. Fundamentalabſtand. derſ. 672 f. Amontonſches 797. Bernoulliſches 798
Thermoſcop 661
Thonerde 384
Thran 478
Tinte, ſympathetiſche aus Kupfer 417. N. Hellott, Ilſemanns 423. N. gemeine 460. N.
Tombak 398. N.
Ton 895. ff.
Tonne, magiſche 729. N.
Topas, braſilianiſcher, deſſen electriſche Eigenſchaften 1047
Torf 435
Trägheit 61 ff.
Traß, vulkaniſcher 1120
Traubenhaut des Auges 607
Trichiurus indicus, ſ. unter den Verbeſſerungen.
Trichter, magiſcher 771. N.
Tromben 1170
Trommel d. Electrophors 1011
Tropfenbildung 127. 128
Tungſtein 382. N. 9. 427
Turmalin, deſſen elektriſche Eigenſchaften 1047. u. N.
Turpeth, mineraliſcher 415. N.

U.
Ueberlage am Hebel 271
Umlaufszeiten bey der Centralbewegung, ihre Beſtimmung 104. N.
Undurchdringlichkeit 31. 51
Univerſalwaage, Leupolds 280. N.
Unſchlitt 478
Unterlage am Hebel 271
Untiefen 1126
Uranfänge 49
Uranium 428
Urſchall 893
Urſtoffe 49

V.
Vegetationen, künſtliche 410
Ventilatoren 778
Ventile an der Luftpumpe 802
Verbrennen 649. 906. Bedingungen und Umſtände dabey 911 — 916. Theorie 917. nach Lavoiſier 918
Verdampfung 719
Vergleichungsthermom. 671 N.
Vergolden 135
Vergrößerungsglas ſ. Mikroſkop.
Verkalken der Metalle 399. Theorie davon 405
Verpuffen 928
Verſilbern 135
Verſteinerungen 1114
Verwandtſchaften, chemiſche 160 ff.
Verwandtſchaftsmittel, aneignendes 173
Verweſung ſ. Fäulniß.
Verzinnen 135
Vibration des Penduls 235
Vitrioläther, Vitriolnaphtha 495

Vitriol-

Vitriolſäure 355
Vitriolſpiritus 355
Vorgebirge 1103
Vulcane 1118 ff.

W.

Waage, hydroſtatiſche 319. 325. N.
Wacholderharz 447
Wachs 461
Wärme 654. ſ. auch Wärmematerie.
Wärmematerie 656. iſt eine expanſible discrete und ſtrahlende Flüſſigkeit 340. 678. freye, fühlbare, thermometriſche 677. unmerkbare, verborgene, figirte 726. adhärirende, chemiſch gebundene 727. Ausdehnung verſchiedener Körper dadurch 705. Wirkung auf Körper 704 ff. Mittheilung derſelben 682. ff. Gleichgewicht derſelben. 684. ff. ſpecifiſche, comparative, relative 701. ff. Geſetze, nach welchen ihr Verborgenwerden bey Veränderung der Form der Aggregation d. Körper geſchieht 729—733. Leitungskraft der Körper dafür 737. ff.
Wärmeleitende Kraft der Körper 737
Wärmemeſſer ſ. Thermometer.
Wärmeſammler, Ducarla's 743. N.
Wärmeſtoff ſ. Wärmematerie.
Wahlverwandtſchaft, einfache 174. doppelte 179.
Wallgucker 549. N.
Wallrath 478
Waſſer 745. harte, weiche 462. mineraliſche 1141. luftſaures 365. 822. 1141. Gefrieren deſſelben 746. ff. Verwandlung in Dampf 710. ff. 752. ff. iſt compreſſibel 335. 745. deſſen unmerkliche Ausdünſtung iſt keine Auflöſung in der Luft 719. 753. ff. Verwandlung deſſelben in Luft 761. in Erde 762. auf deſſen Siedhitze hat der Druck der Luft Einfluß 713. nur das liquide iſt feuchtmachend 758. iſt die Baſis aller luftförmigen Flüſſigkeiten 763. gehört zu den elementariſchen Subſtanzen 764. Beſtandtheile deſſelben nach Lavoiſier 765. 838.
Waſſerbley, Waſſerbleyſäure 426
Waſſerdampf 710. 752. deſſen Elaſticität 714
Waſſerhoſen 1170
Waſſerſtoff 765
Waſſerziehen der Sonne 1191
Wechſel der Flötzgebirge 1113
Wegmeſſer 219. N. 2.
Weihrauch 447
Wein 490
Weineſſig 458
Weingährung 489
Weingeiſt 493. f.
Weingeiſtthermometer 663
Weinprobe, würtembergiſche Hahnemanns 441. N.
Weinſtein 452. vitrioliſirter 374 N. 1. tartariſirter 453. Entſtehung deſſelben b. d. Gährung 490
Weinſteinſäure 452
Weinſteinſalz 368
Weitſichtigkeit 629
Weltmeer 1126
Wetterglas 798
Wetterleuchten 1180
Wetterſchächte 786. N.
Wetterwechſel in den Gruben 786. N.
Widerſtand 106
Wiederherſtellung der Metalle 403. Theorie davon 405.
Wiederſchall 893
Wind 1151. beſtändiger Oſtwind zwiſchen den Wendekreiſen 1153. Paſſatwinde 1154. Land-, Seewinde 1155. unbeſtändige 1156.
Windbüchſe 779 N.
Windkugel 715

Windöfen 786. N.
Winkelhebel 281
Winkelſpiegel 548 N.
Wirbel im Meere 1136
Wirkung 60
Wirkungskreis des electriſchen Körpers 975
Wismuth 420
Wismuthkalk 420
Wolfram 392. 427
Wolframkalk 363
Wolframſäure 363. 427
Wolken 1164
Wurfbewegung 257

Z.

Zauberperſpectiv 449. N.
Zauberlaterne, Kirchers 570
Zeit 70
Zerlegung, Zerſetzung 159
Zerſtreuungsgläſer ſ. Hohlgläſer.
Zerſtreungspunct 571
Zink 419. b.
Zinkblumen 419. b. Leuchten derſelben 652
Zinkkalk, vollkommener 419. N.
Zinkvitriol, weißer 419. b. N.
Zinn 419. a.
Zinnaſche 419. a. N.
Zinnbaum 410. N.
Zinnbutter 419. a. N,
Zinnober 440. N.
Zirkonerde 388
Zitronenſäure 454
Zitronenſaft 456
Zitteraal 1048
Zitterrochen 1048
Zitterwels 1048
Zodiacal-Licht 1183
Zucker 451
Zuckerſäure 454
Zuleiter 954
Zurückſtrahlung des Lichts ſ. Reflexion.
Zuſammenhang 115
Zuſammenleimen 135
Zuſammenziehender Stoff 460
Zwiſchenmittel 173
Zwiſchenräume 34

Verbeſſerungen.

Seite 52 Z. 9 ſtatt Ee : Dd, lies Dd : Ee
— 54 — 25 ſt. MV l. MV^2
— 54 — 25 ſt. MV : mv, l. $MV^2 : mv^2$
— 58 — 3 ſt. BC l. BD
— 59 — 9 nach zuſammenſetzenden ſetze hinzu: Kräften
— 62 — 6 l. §. 98.
— 112 — 16 ſt. wieder l. wird
— 170 — 1 ſt. $\frac{1}{189}$ l. $\frac{1}{289}$
— 173 — 4 nach rheinl. Fuß ſetze hinzu: nahe
— 177 §. 259. ſtatt: hat am Ende ſeines Niederfallens eben die Geſchwindigkeit, lies: iſt am Ende ſeines Niederfallens in eben der Zeit
— 180 — 19 ſtatt angelegt ließ angelangt.
— 195 — 3 ſt. $\frac{CP - cP}{P = p}$ lies $\frac{CP - cP1}{P + p}$
— 199 — 20 ſt. $\frac{PC - \infty C}{p + \infty}$ l. $\frac{PC - \infty C}{P + \infty}$
— 203 — 9 ſt. drängt l. dringt.
— 207 — 31 ſt. SBP l. cBP
— 213 §. 291. ſtatt Wenn das hervorſpringende Waſſer nicht ſelbſt ſchwer wäre, wenn die Luft keinen Widerſtand machte, und kein Reiben dabey ſtatt fände lies: Wenn das hervorſpringende Waſſer ſich nicht in Tropfen zertheilte (die im Text angeführte Erklärung iſt gewiß falſch; denn die angezeigten Urſachen finden ja auch in zuſammenhängenden Röhren ſtatt, ohne daß hier ungleiche Höhe der Waſſerflächen wäre.)
— 229 Z. 16 ſtatt er iſt lies meiſt
— 260 — 8 ſtreiche aus: da.
— 271 — 10 von unten, ſtatt minerale l. volatile
— 279 §. 385. Z. 7 ſt. Pflanzenſorten l. Pflanzenfarben
— 290 Z. 6. nach Wärmeſtoff ſetze hinzu: ihnen
— 300 §. 416 Z. 11. ſtatt 54° l. 540.
— 330 §. 459. Z. 8 ſtatt ätzend l. reitzend
— 333 Z. 8 ſt. jene l. dieſe
— 335 §. 464. Z. 6. ſt. Rauch l. Geruch

Seite

Seite 339 Z. 2 ſt. die l. dieſe
— 359 — 16 ſt. vergeht l. vorgeht
— 370 — 14 ſt. vermiſcht l. verwiſcht
— 376 — 7 ſt. reelle l. volle
— 417 — 19 ſt. ED l. PD
— 454 — 9 ſt. Räume l. Säume
— 512 — 8 und 9 ſt. afficiren l. auffallen
— 513 §. 679. Z. 5 ſt. Quadrate. l. Quadrate der
— 572 Z. 17 ſt. 35½ l. 32½
— 596 Z. 7 von unten ſtatt zeigte l. zeigt
— 621 — 1 von unten ſt. Luftſäure l. luftſaures Gas
— 671 — 2 ſtreiche aus: nicht
— 683 — 12 ſtatt + E des Cylinders lies — E des Reibzeugs
— 712 §. 1048 (Zu den daſelbſt angeführten electriſchen Fiſchen kömmt noch ein fünfter, nemlich Trichiurus indicus. *Linnaei ſyſt. nat. ed. Gmelini, T. I. P. III. p.* 1142.)
— 715 §. 1055. Z. 10 ſt. einem l. reinem
— 728 Z. 6 ſt. feiner l. feineren
— 735 §. 1098. letzte Zeile ſt. Mäterien l. Meteoren
— 756 §. 1133. ſt. 28₀ l. 28°

Bayerische Staatsbibliothek München

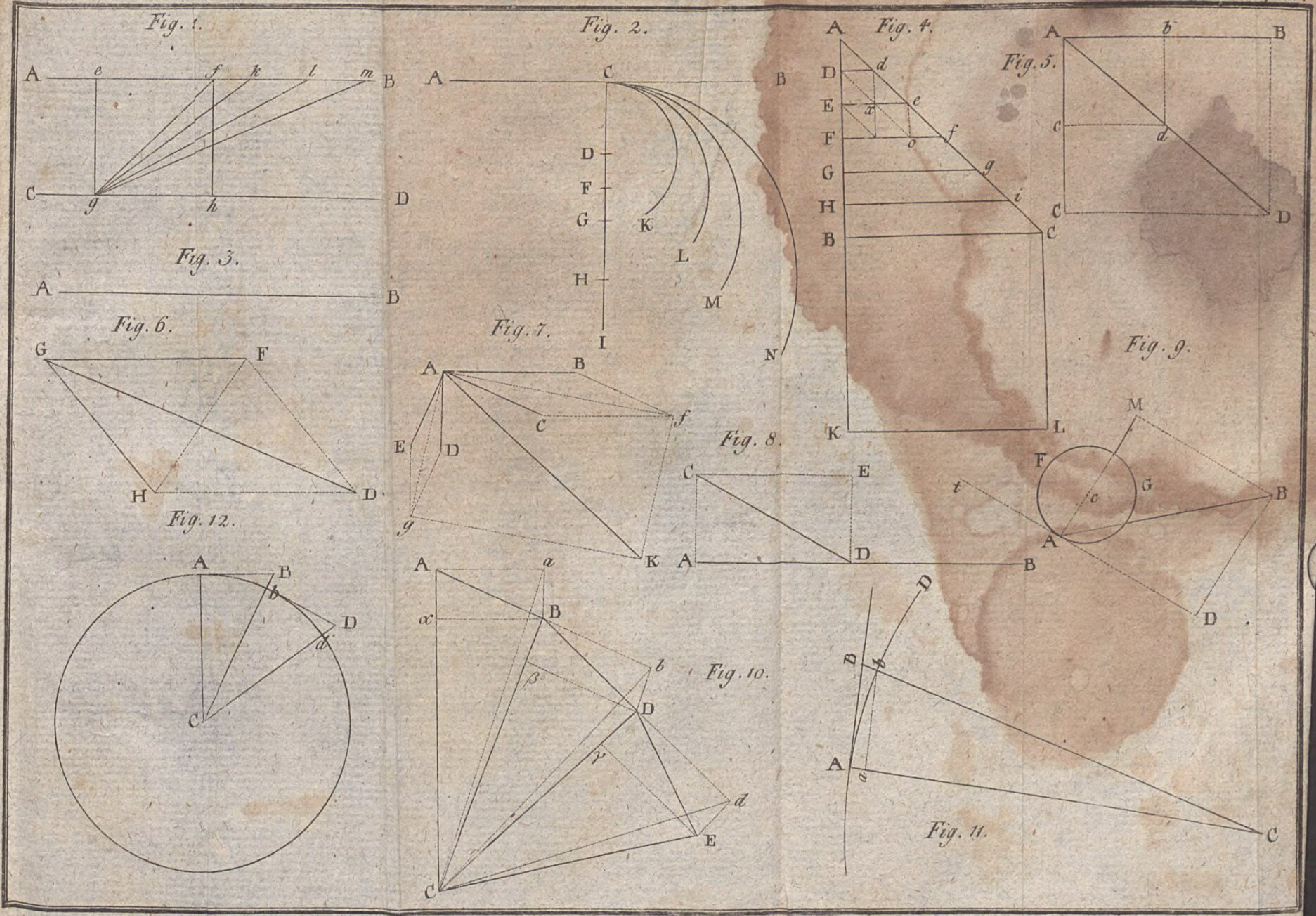


Fig. 1.
A e f k l m B
C g h D
Fig. 2.
A C B
D F G H I
K L M N
Fig. 3.
A B
Fig. 4.
A d D E x e F o f G g H i B C K L
Fig. 5.
A b B
c d
C D
Fig. 6.
G F H D
Fig. 7.
A B C f E D g K
Fig. 8.
C E A D B
Fig. 9.
M F G c t A B D
Fig. 10.
A a α B β b D γ d E C
Fig. 11.
D B b A a C
Fig. 12.
A B b D d C

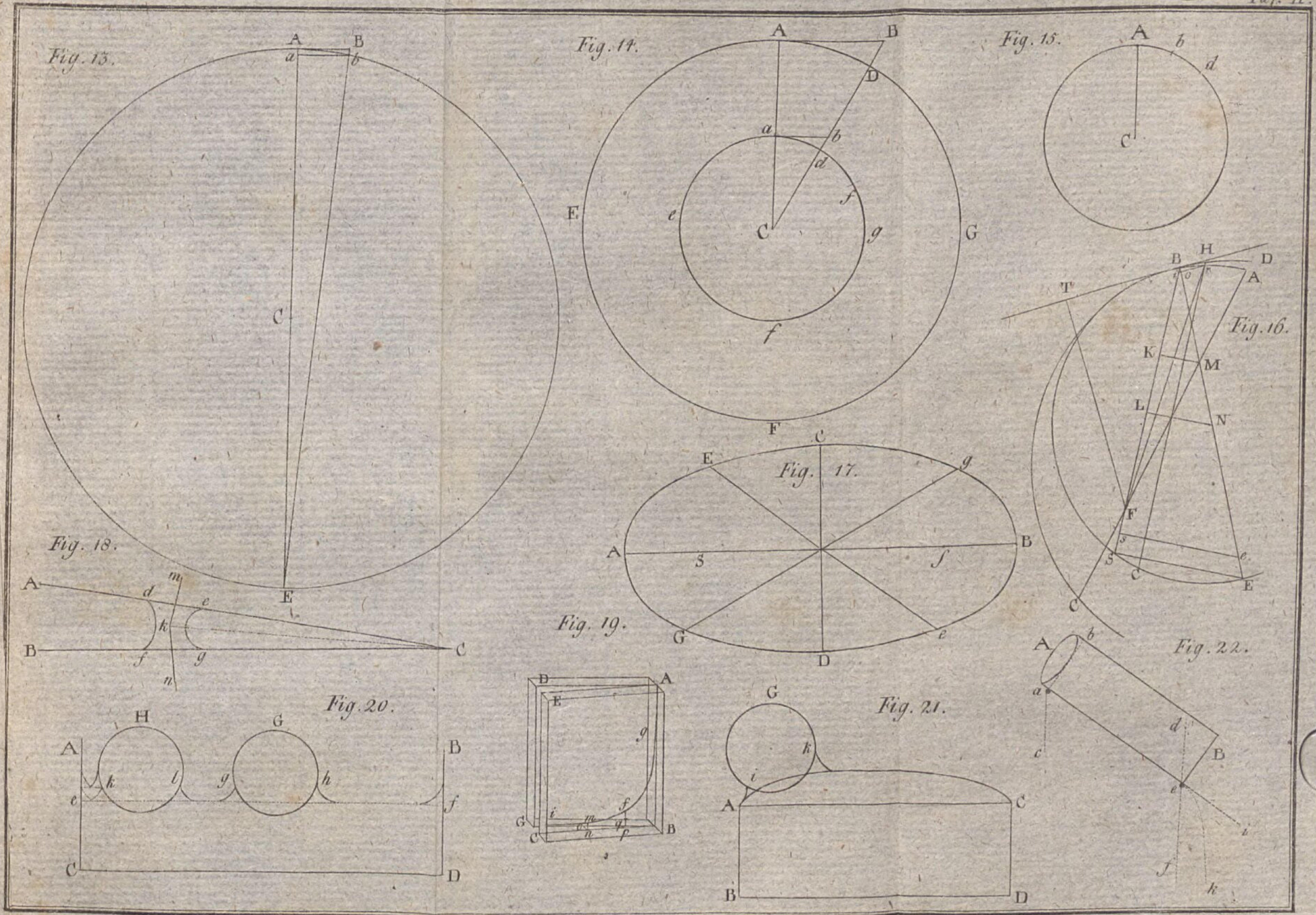


Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.

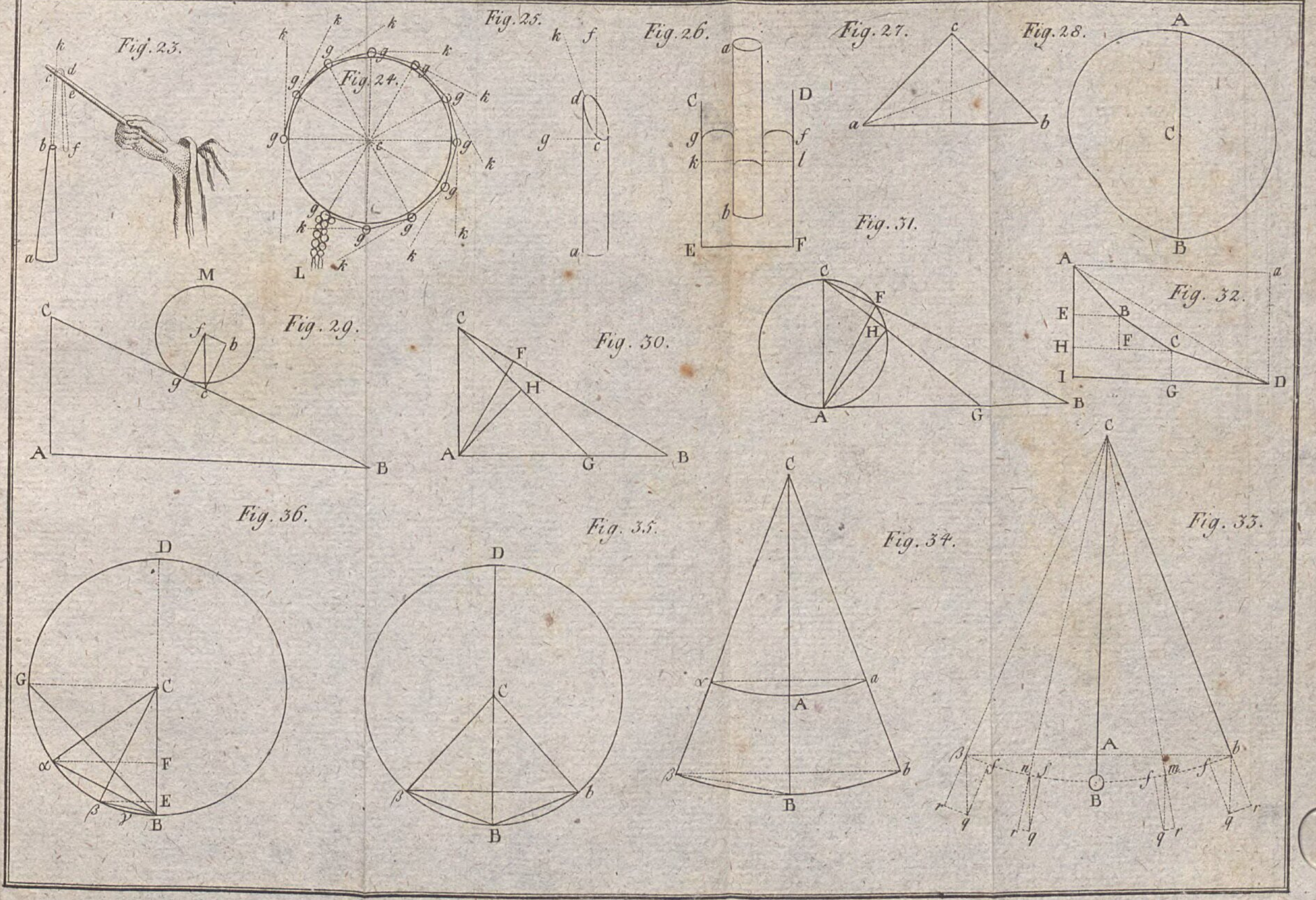


Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.

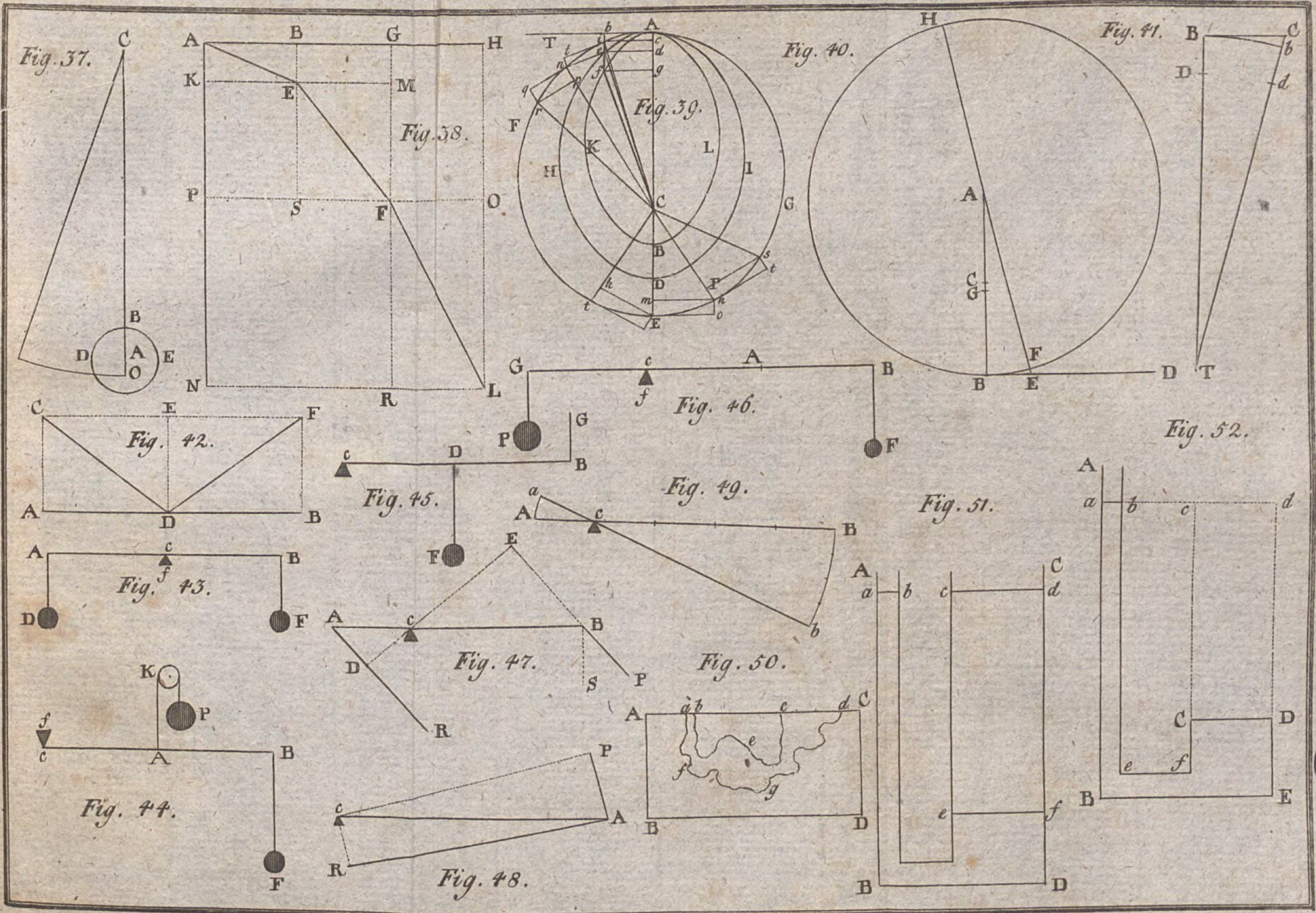


Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.

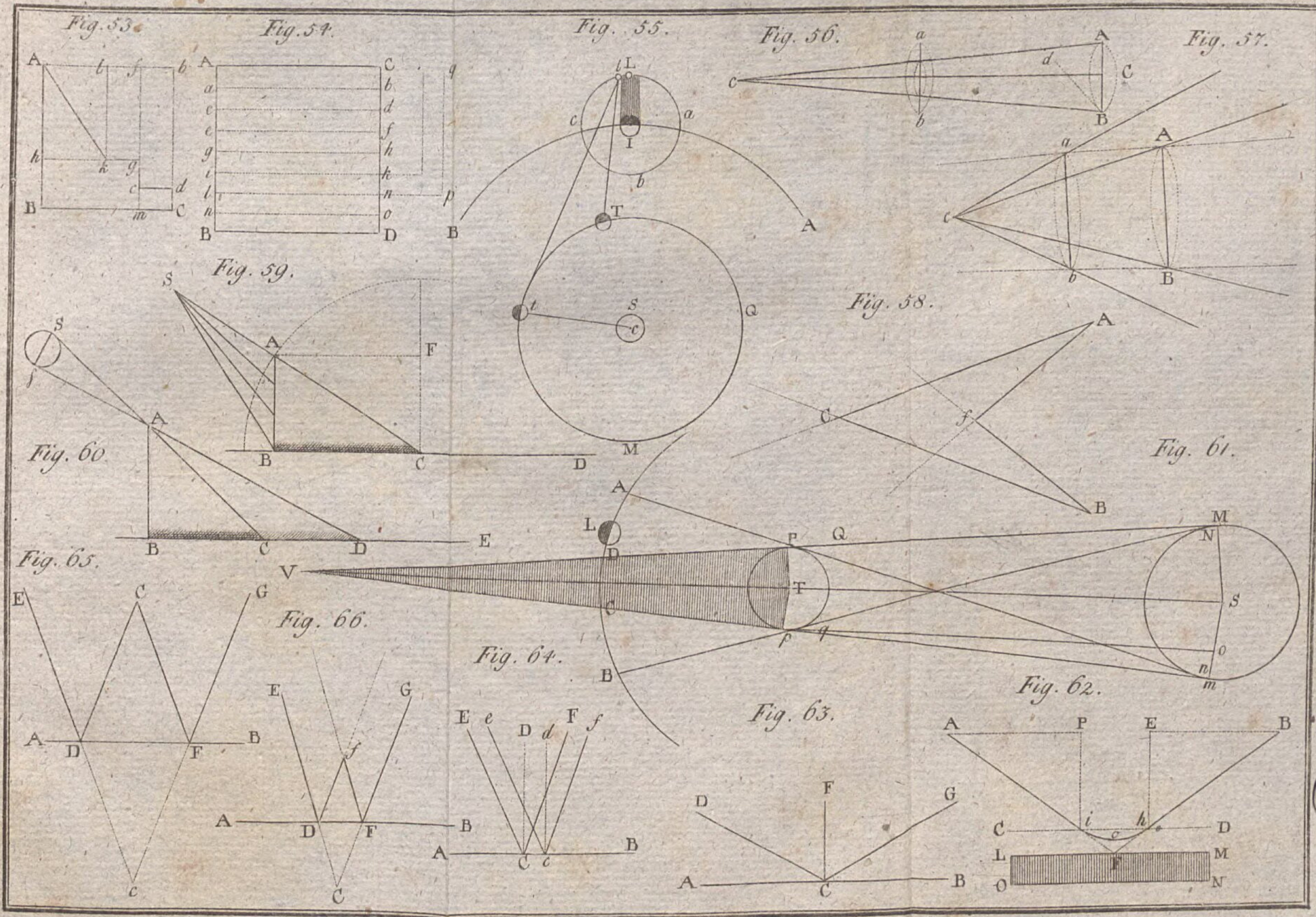


Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.

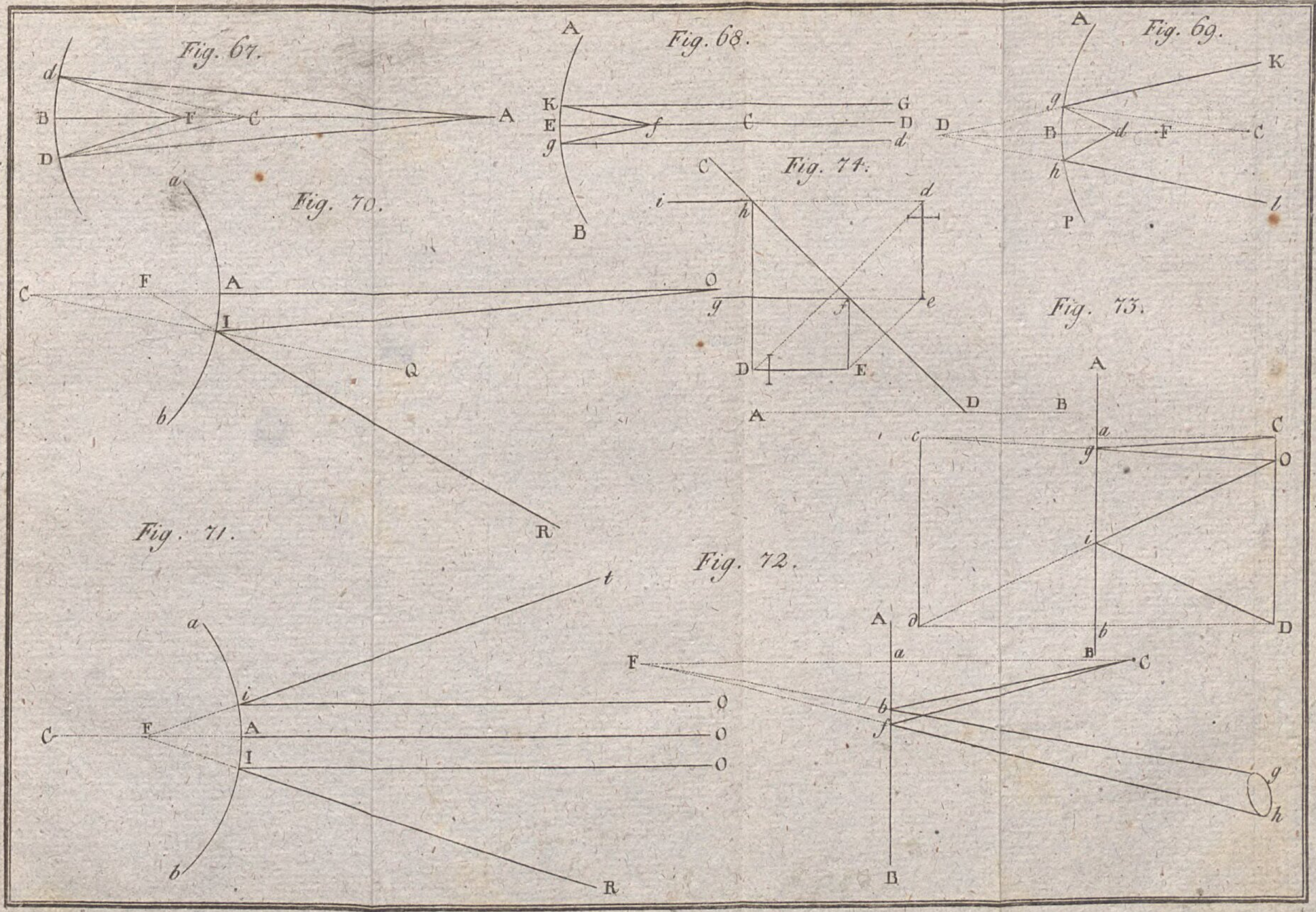


Fig. 67.
Fig. 68.
Fig. 69.
Fig. 70.
Fig. 74.
Fig. 73.
Fig. 71.
Fig. 72.

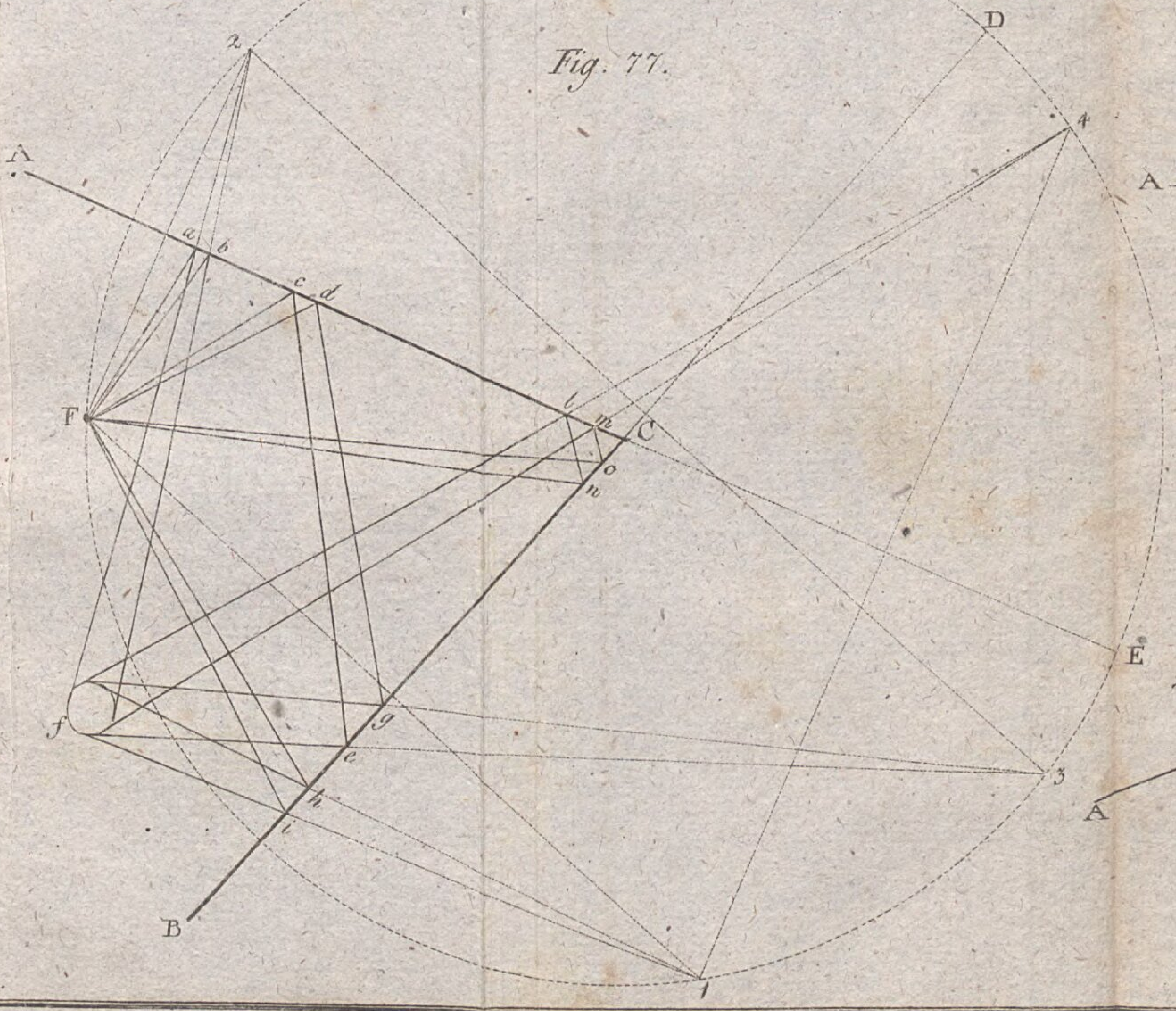


Fig. 77.

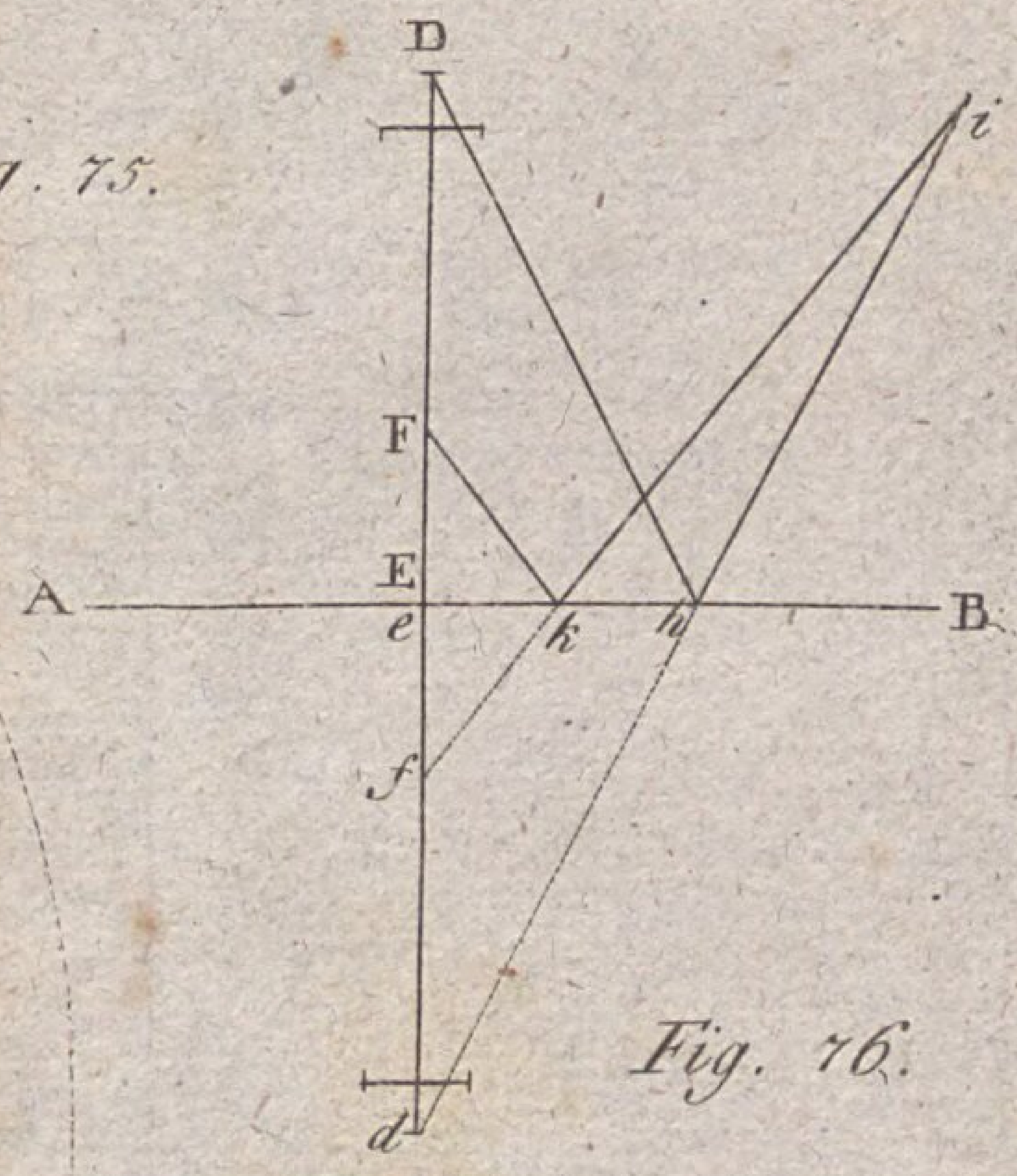


Fig. 75.

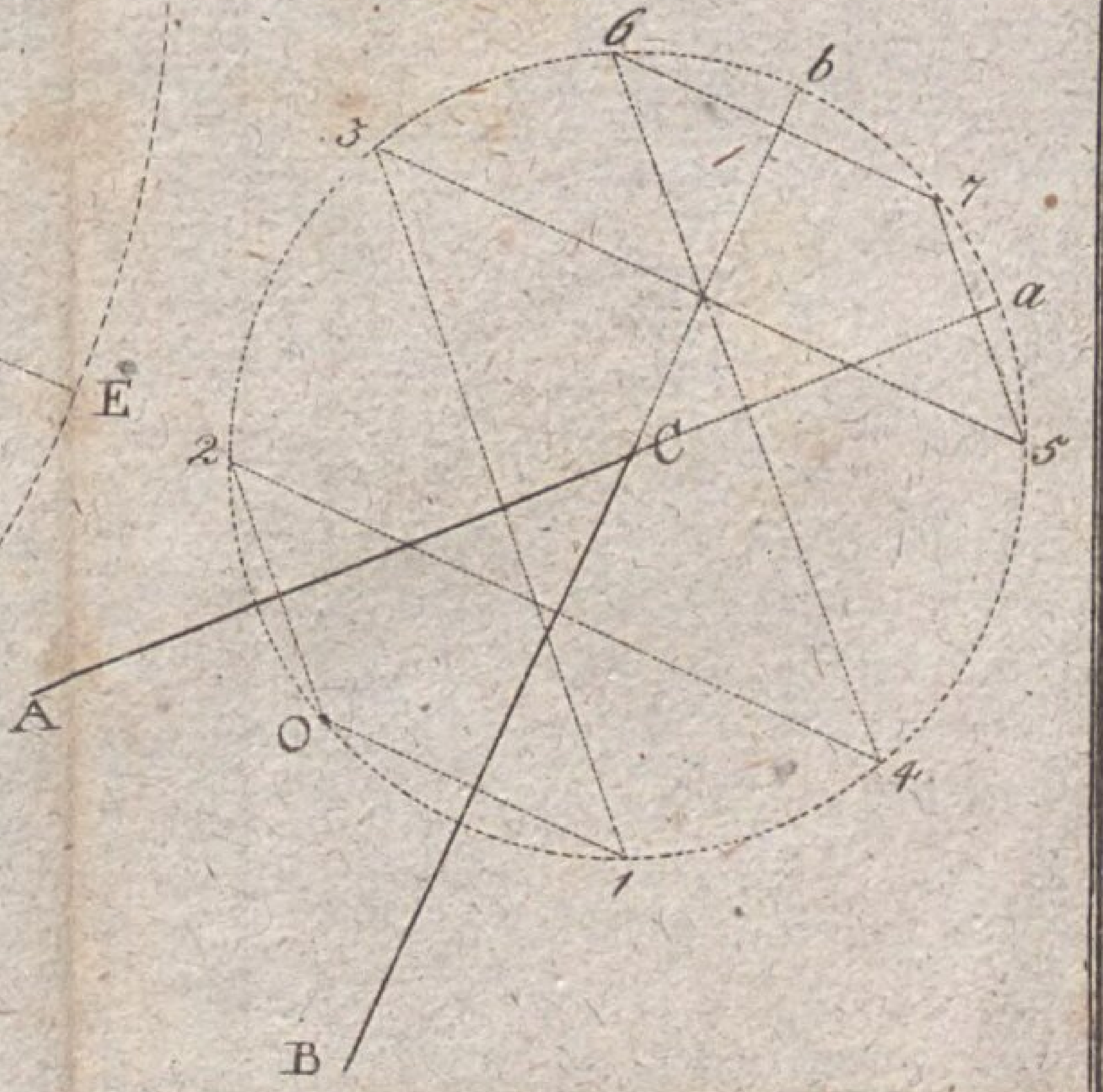


Fig. 76.

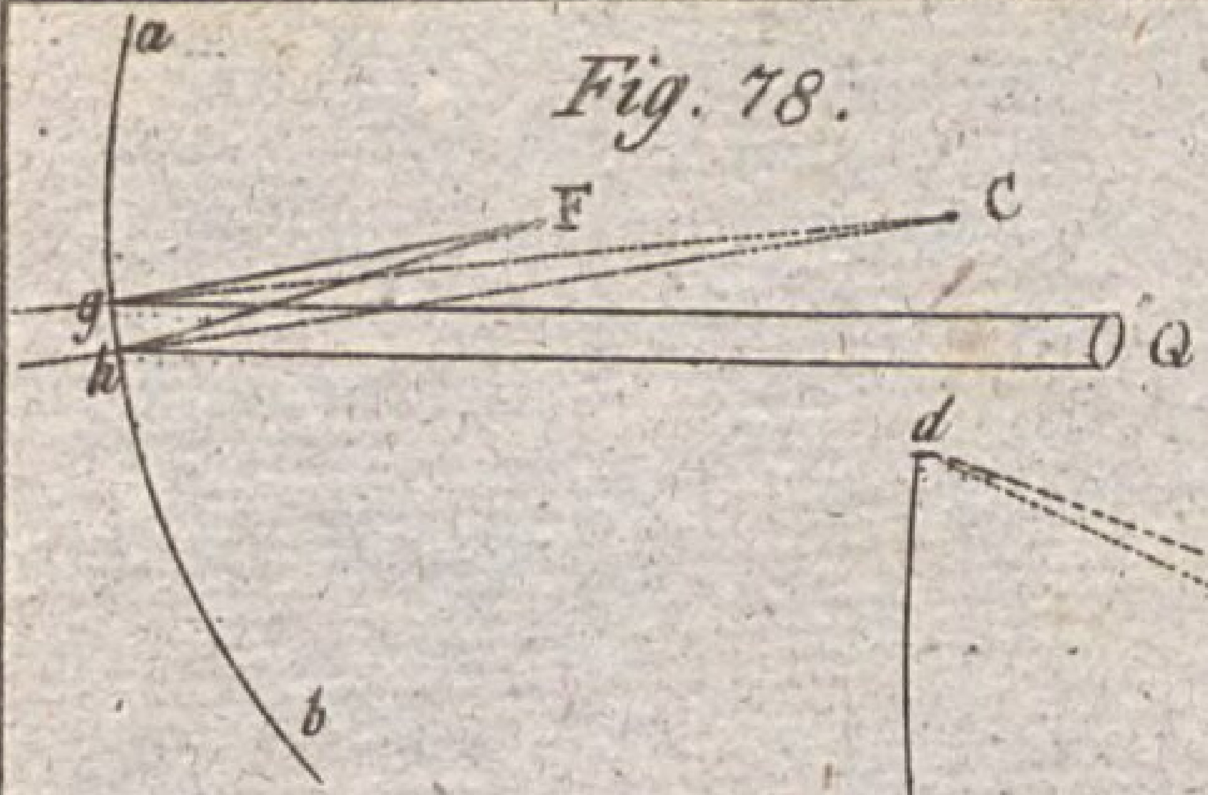


Fig. 78.

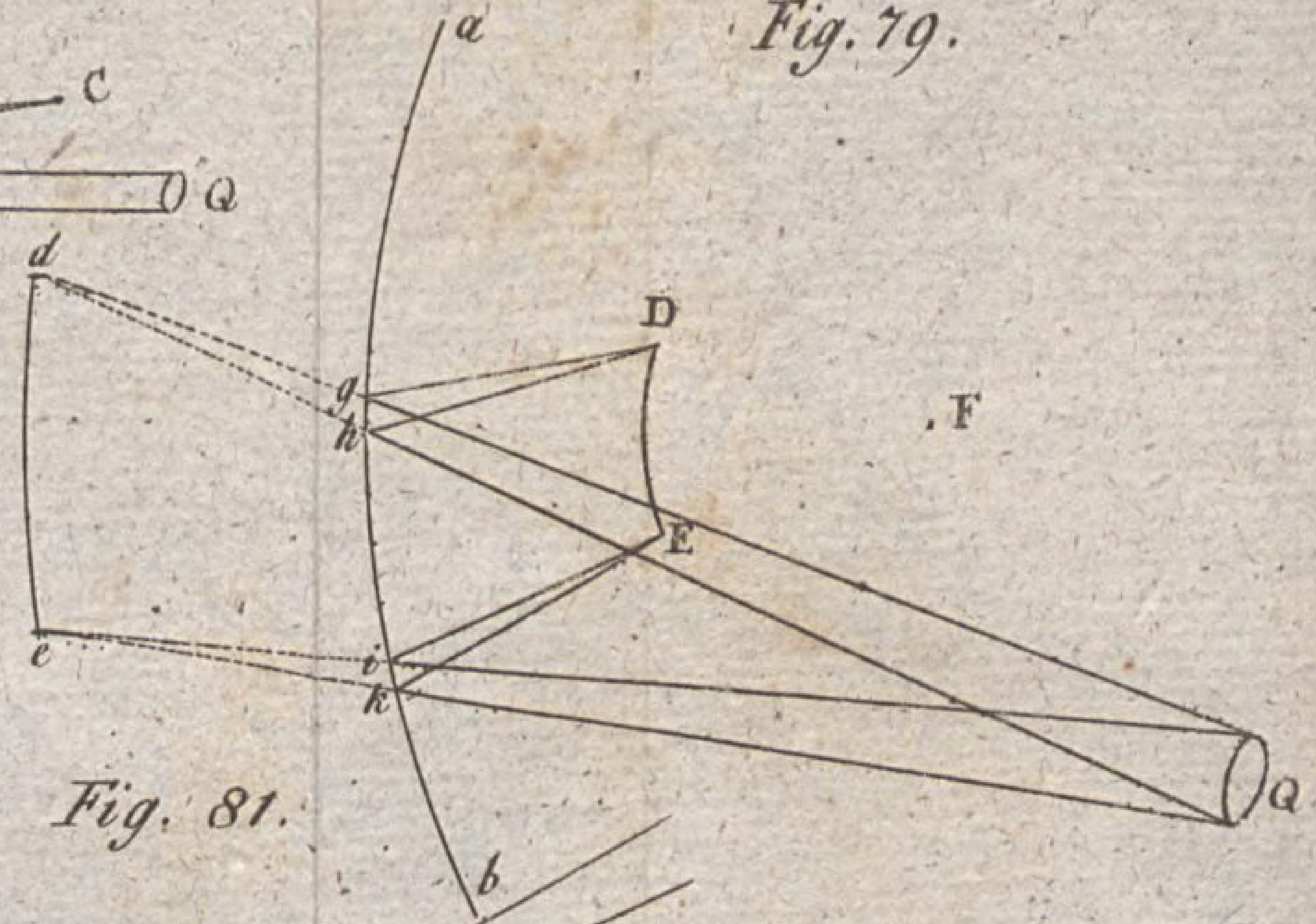


Fig. 79.

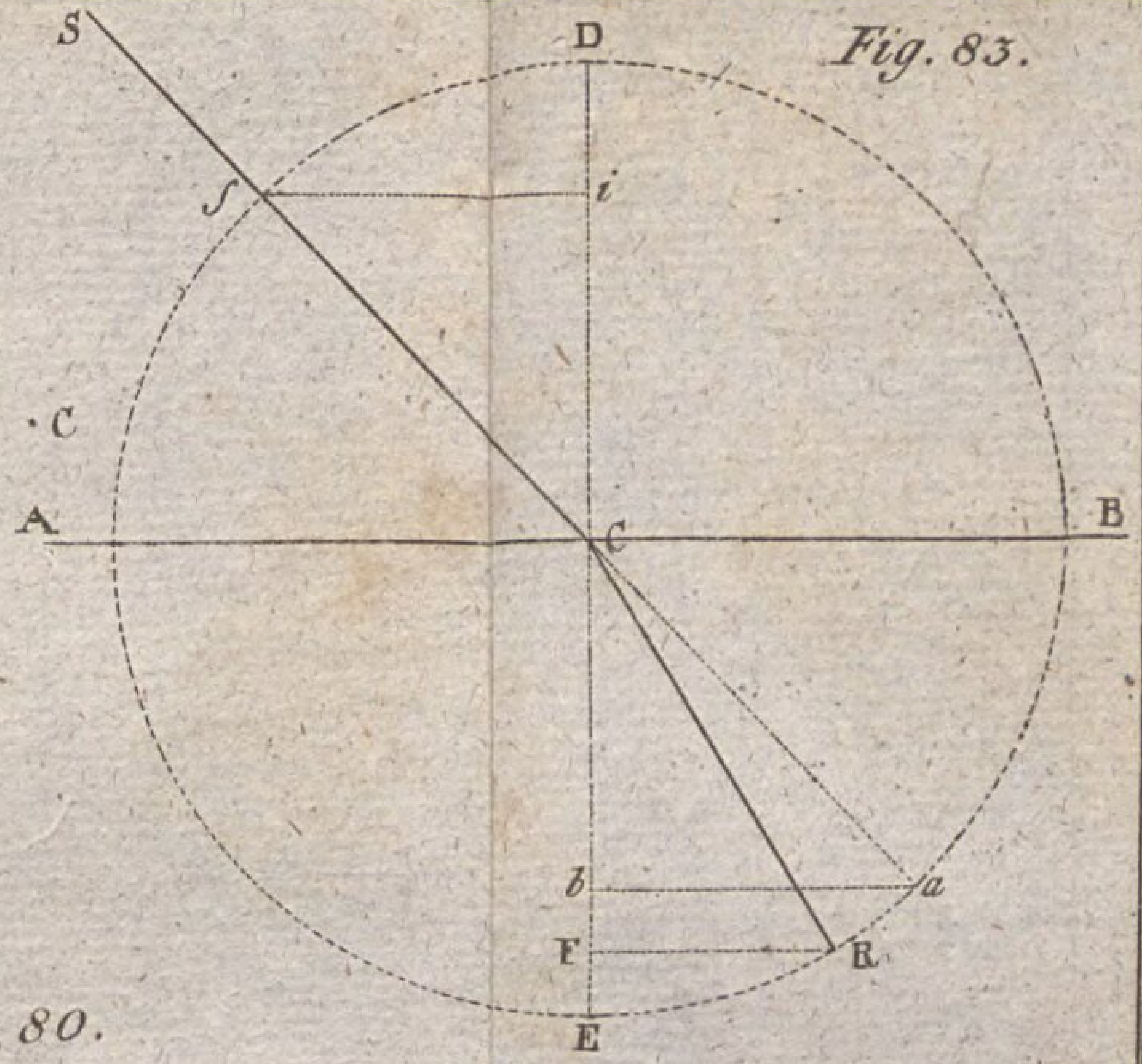


Fig. 83.

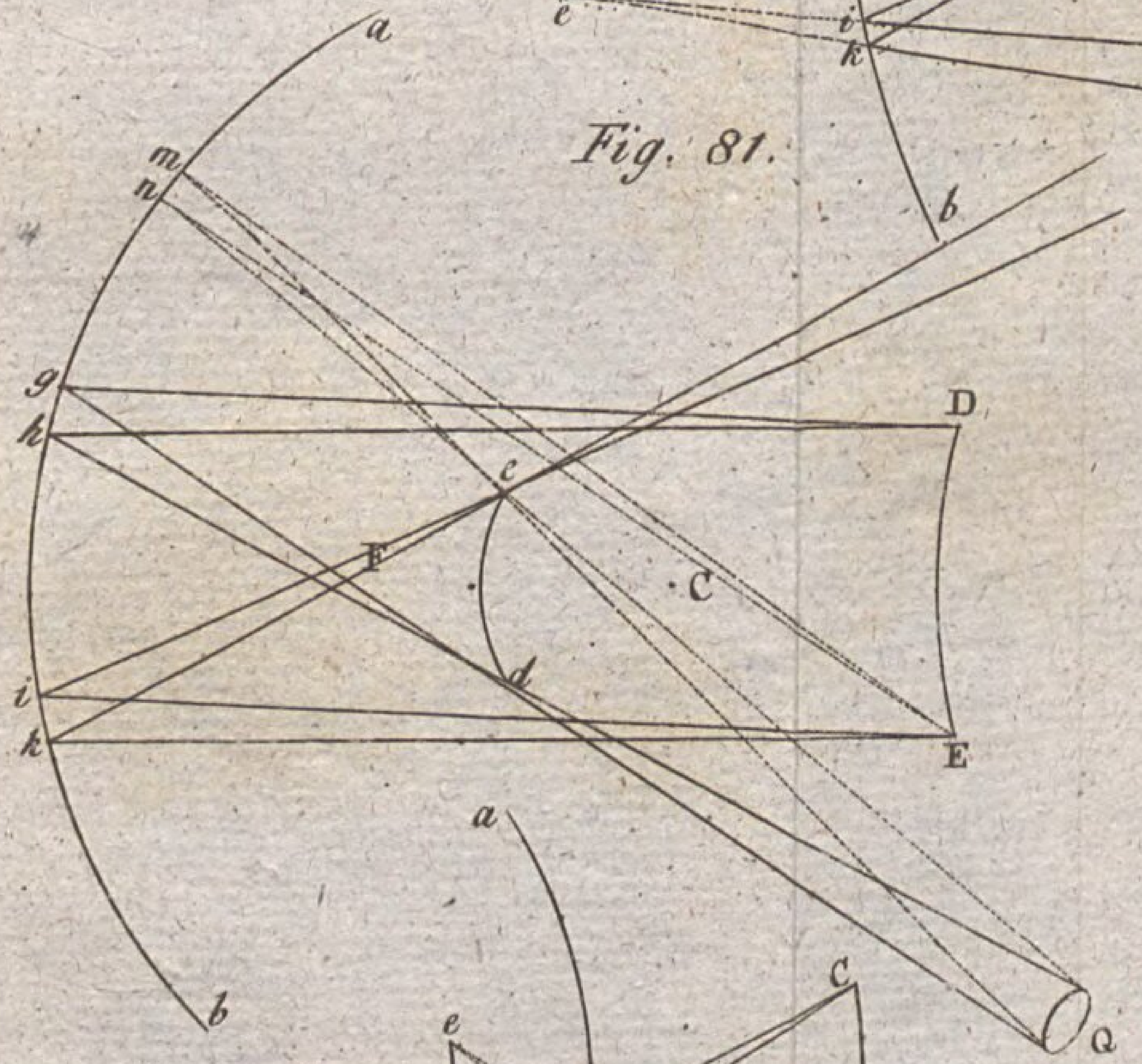


Fig. 81.

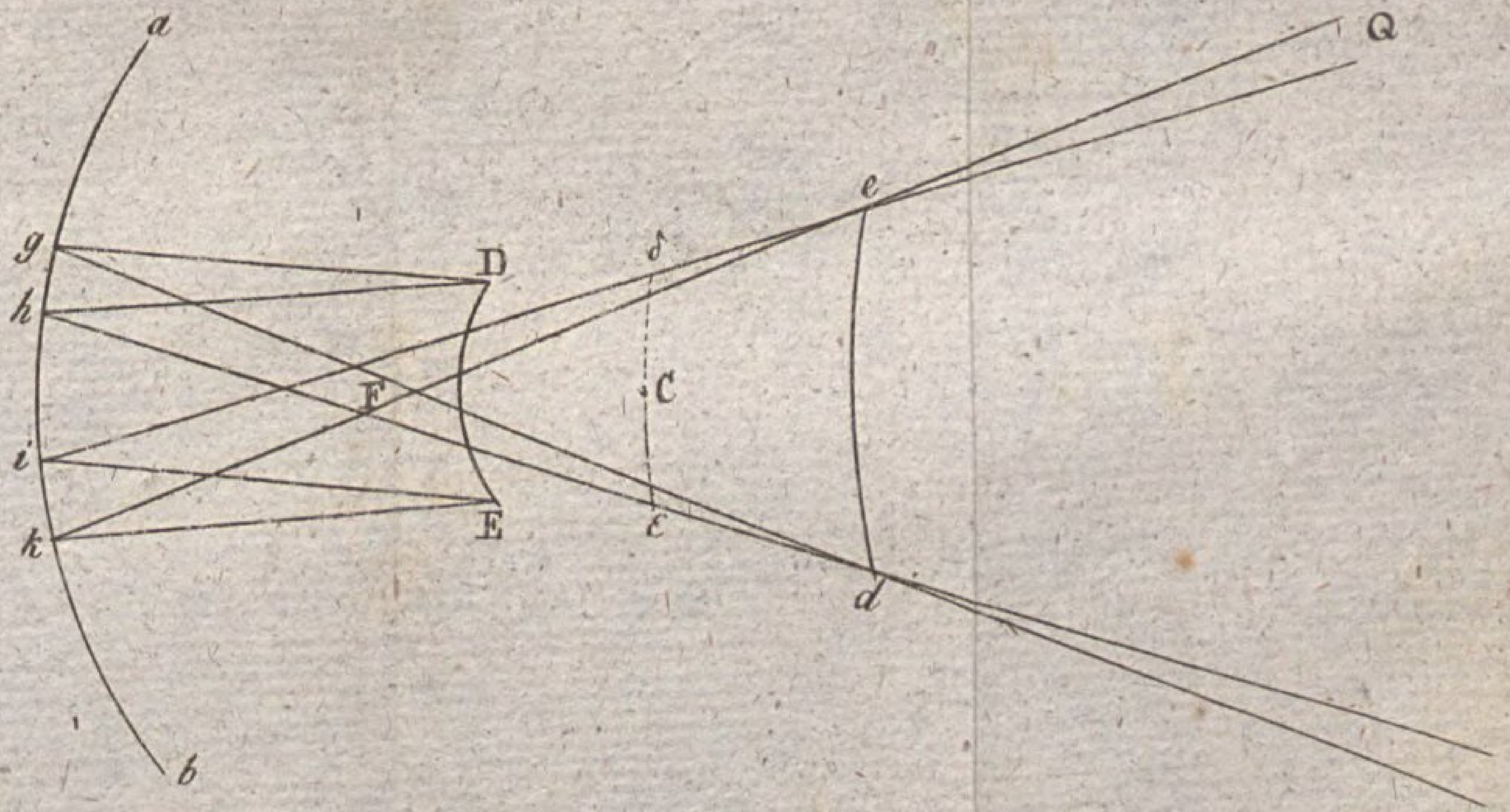


Fig. 80.

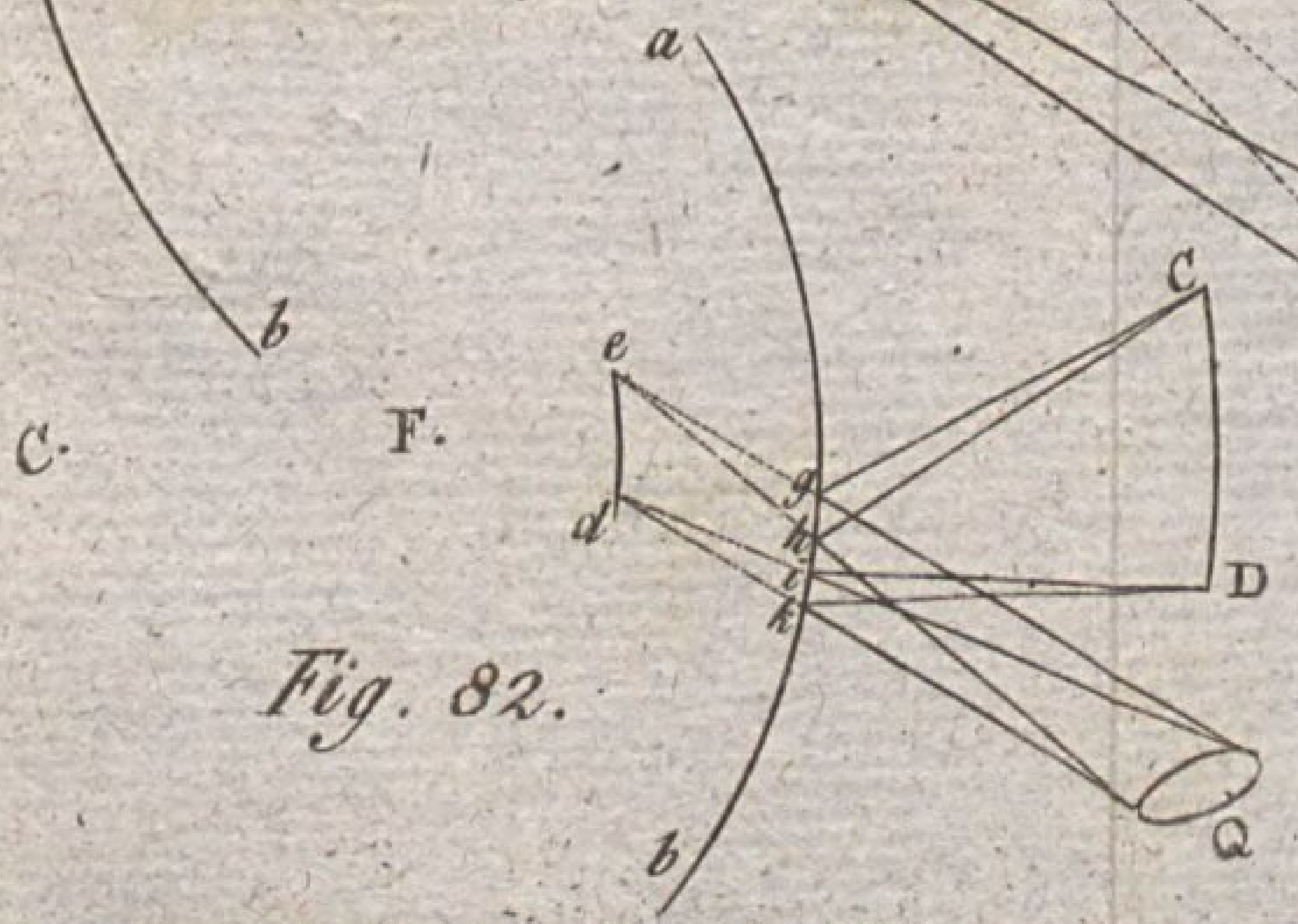


Fig. 82.

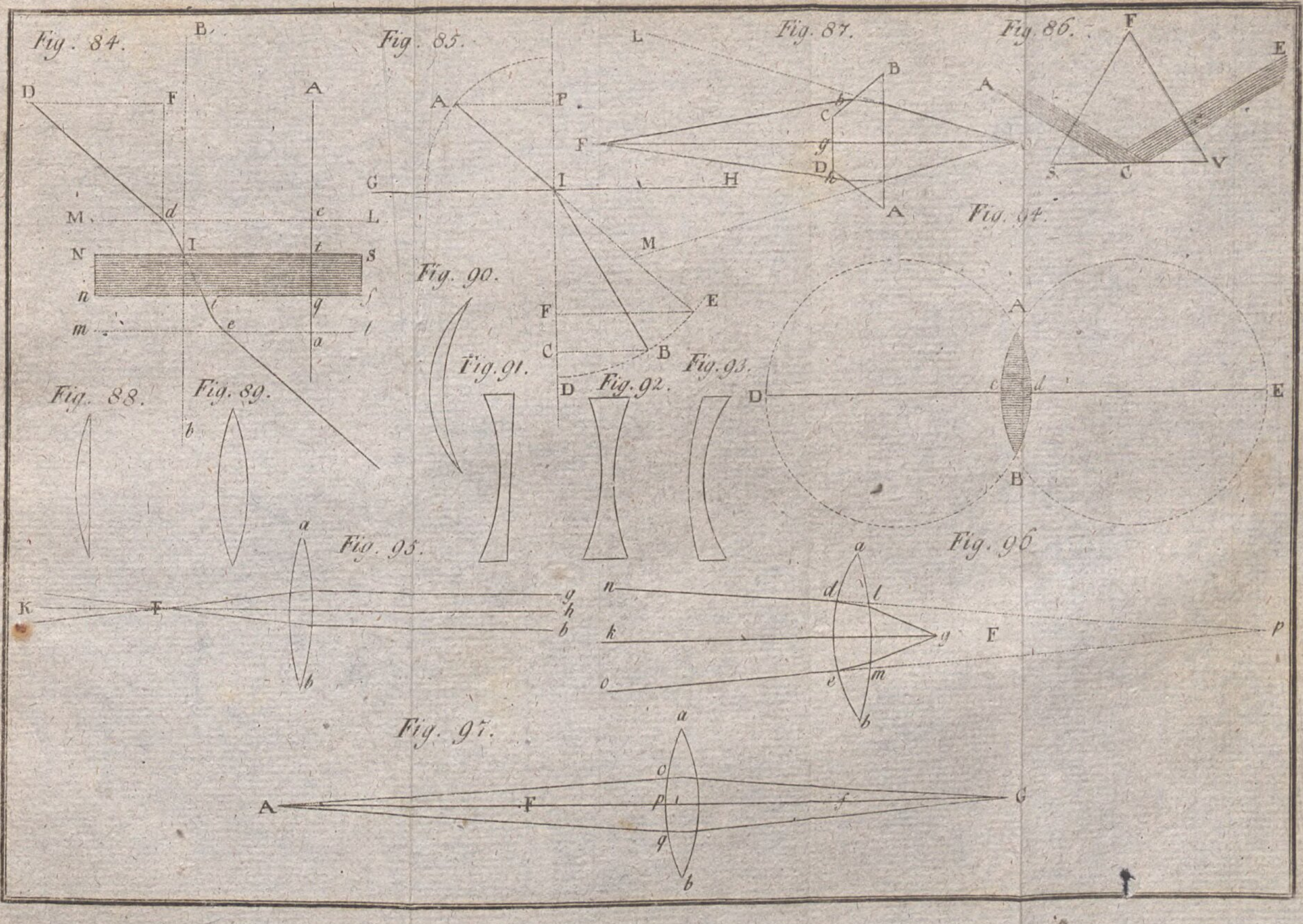
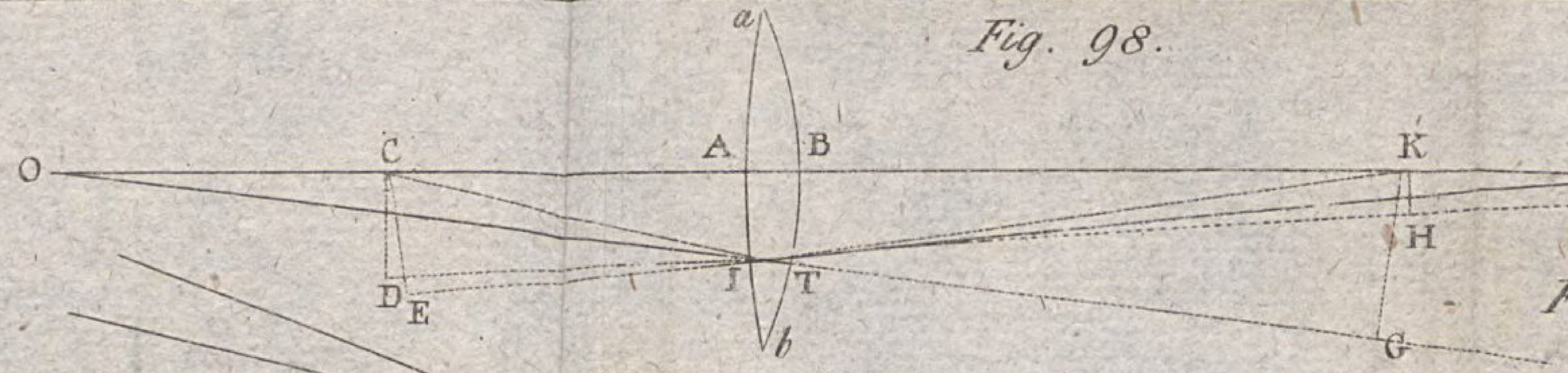


Fig. 84.
Fig. 85.
Fig. 87.
Fig. 86.
Fig. 94.
Fig. 90.
Fig. 91.
Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 88.
Fig. 89.
Fig. 95.
Fig. 96.
Fig. 97.

Fig. 98.

Fig. 99.



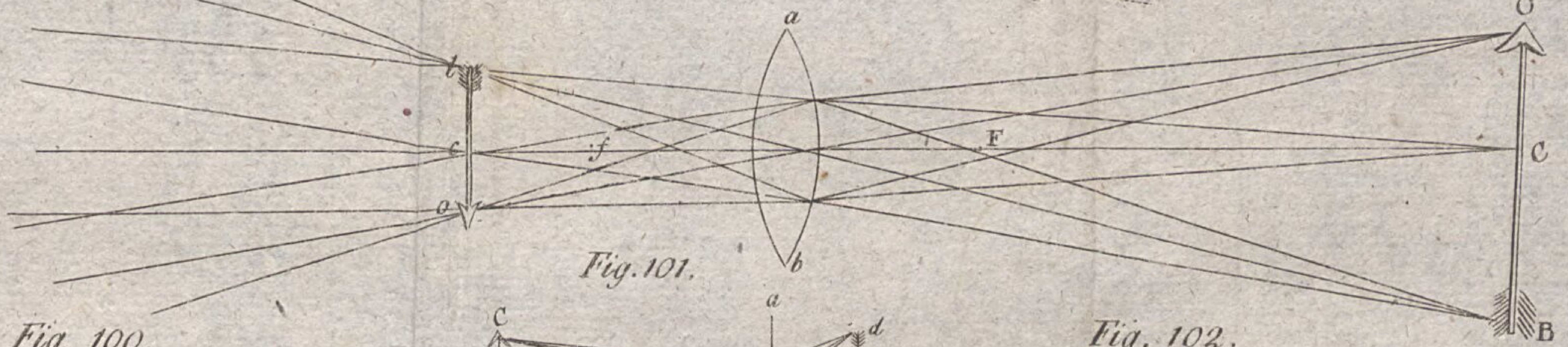
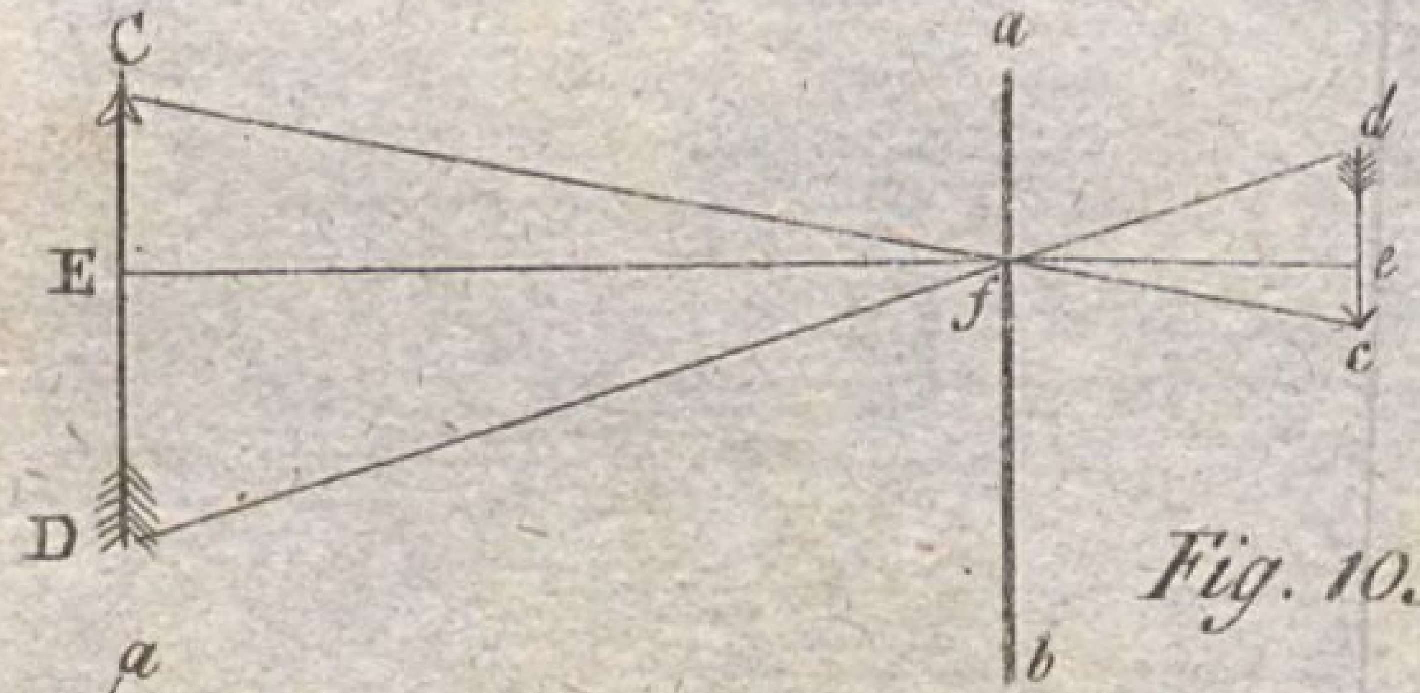


Fig. 101.

Fig. 100.



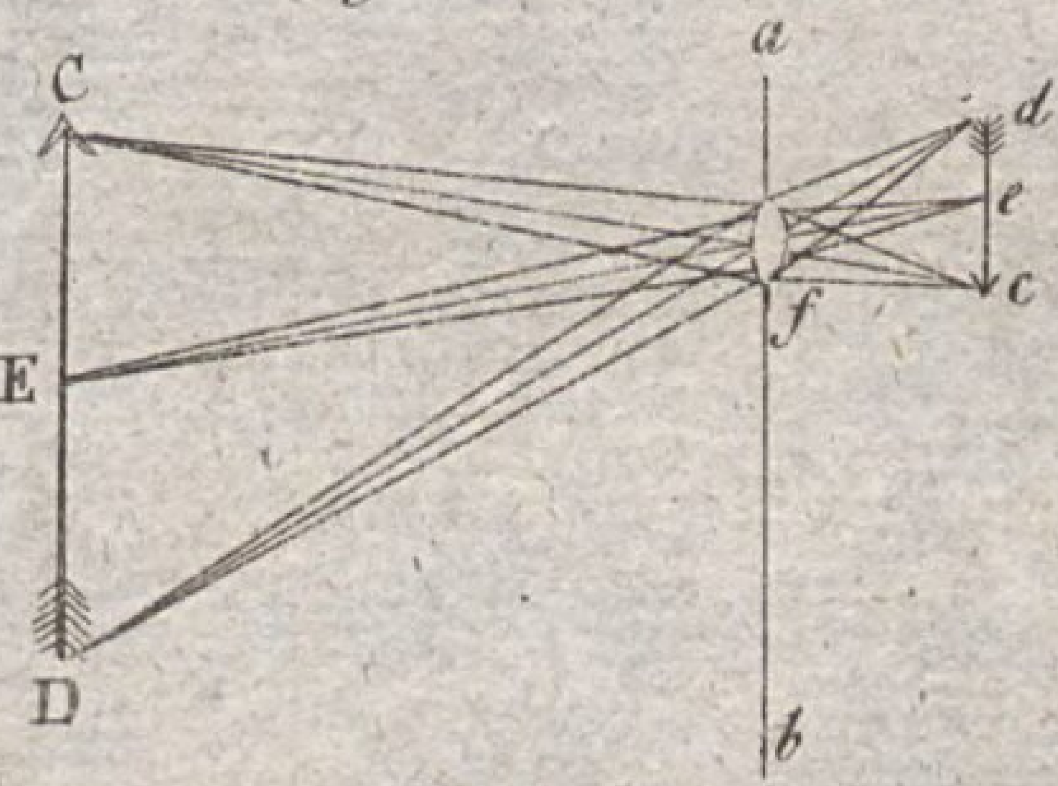


Fig. 102.

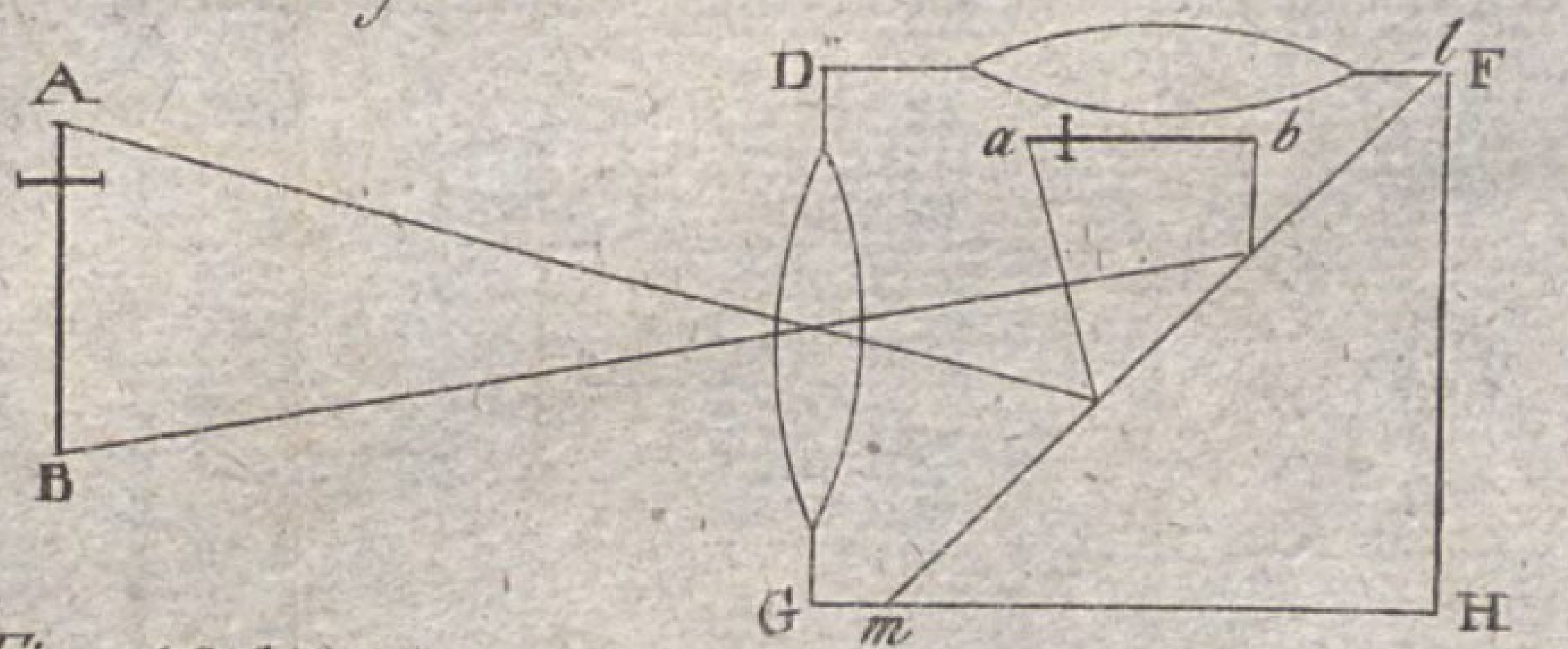


Fig. 103.

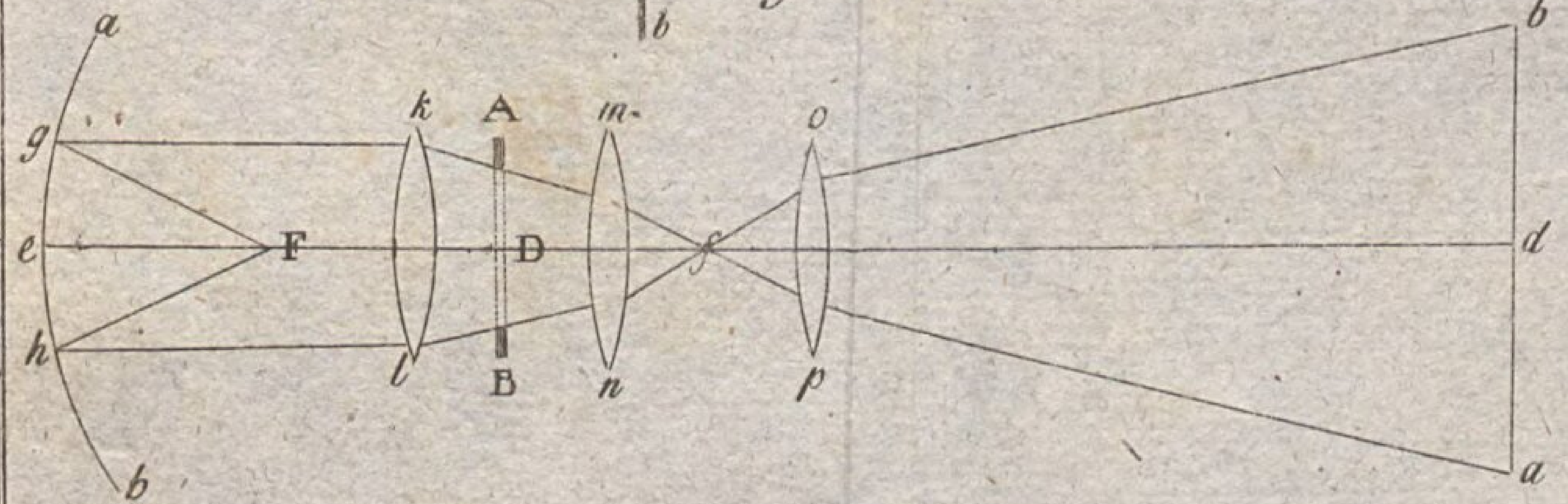
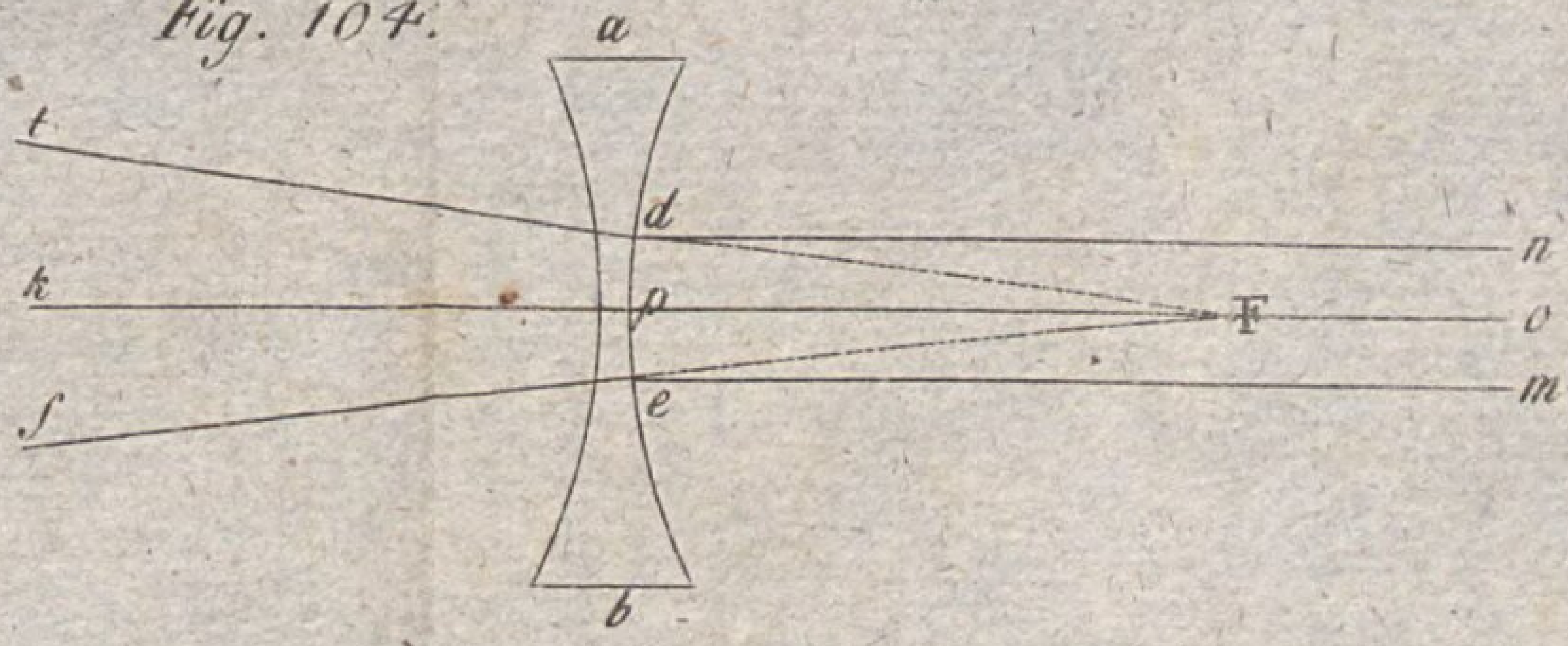


Fig. 104.



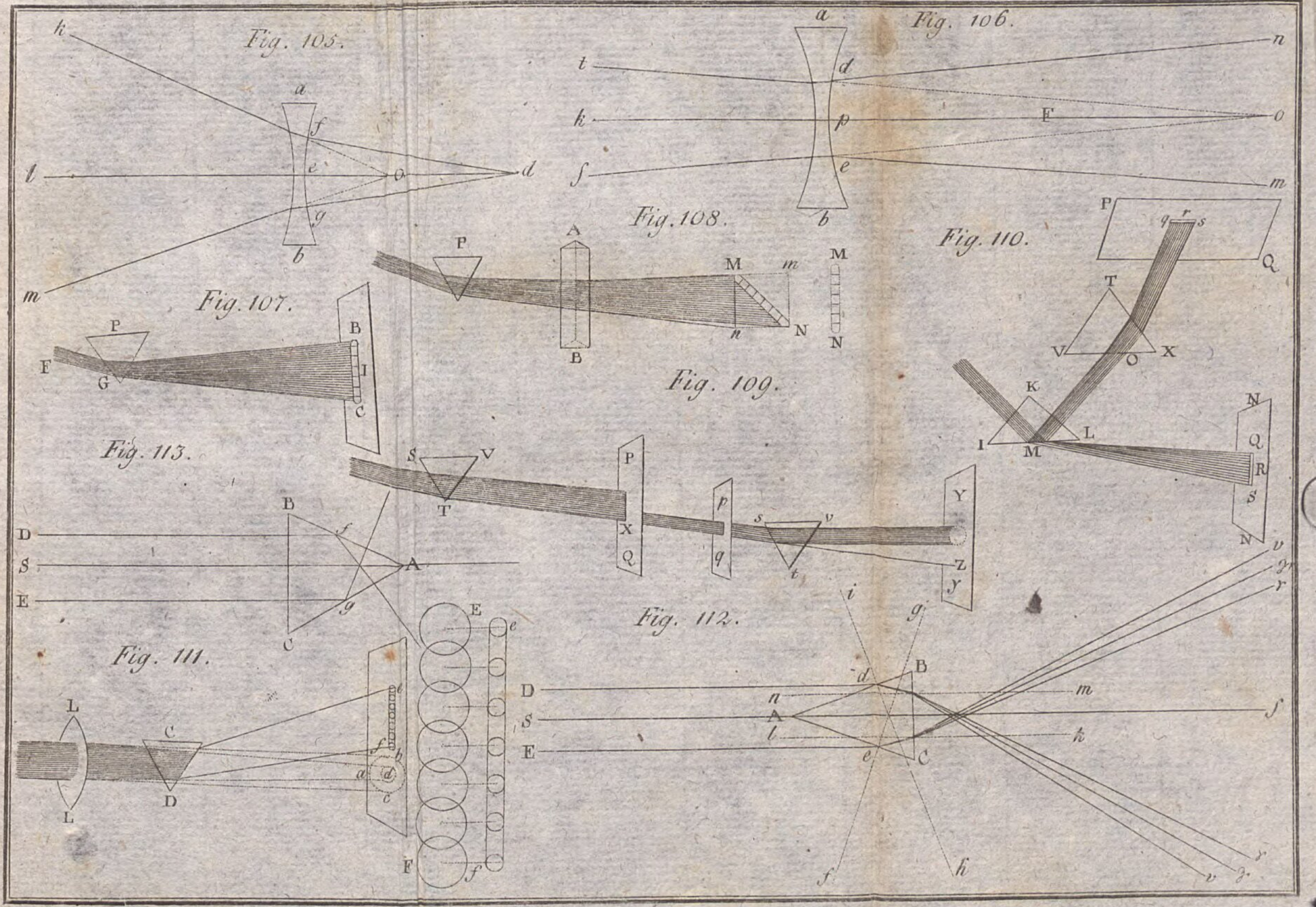


Fig. 105.
Fig. 106.
Fig. 107.
Fig. 108.
Fig. 109.
Fig. 110.
Fig. 111.
Fig. 112.
Fig. 113.

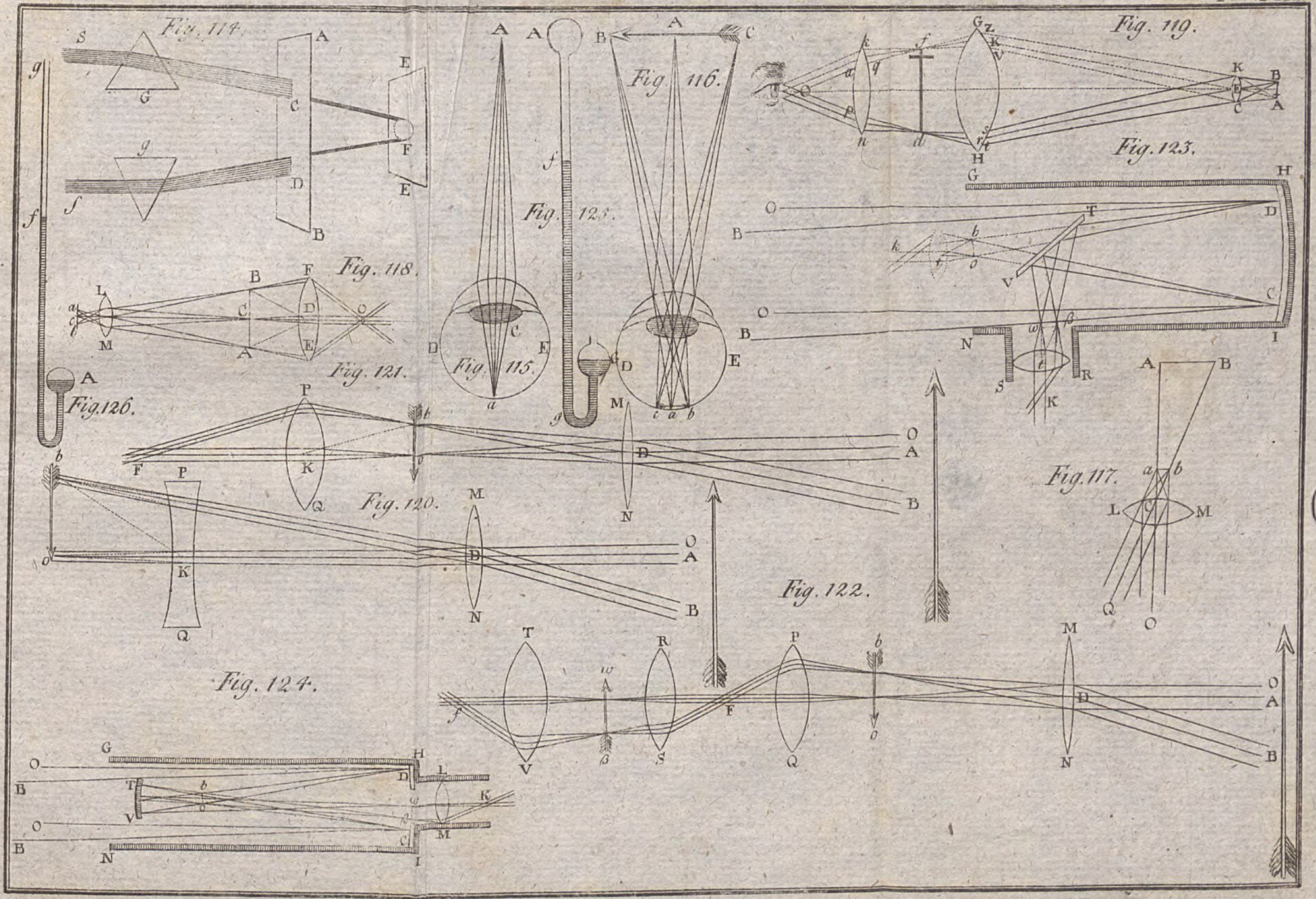


Fig. 114.
Fig. 115.
Fig. 116.
Fig. 117.
Fig. 118.
Fig. 119.
Fig. 120.
Fig. 121.
Fig. 122.
Fig. 123.
Fig. 124.
Fig. 125.
Fig. 126.

Fig. 129.

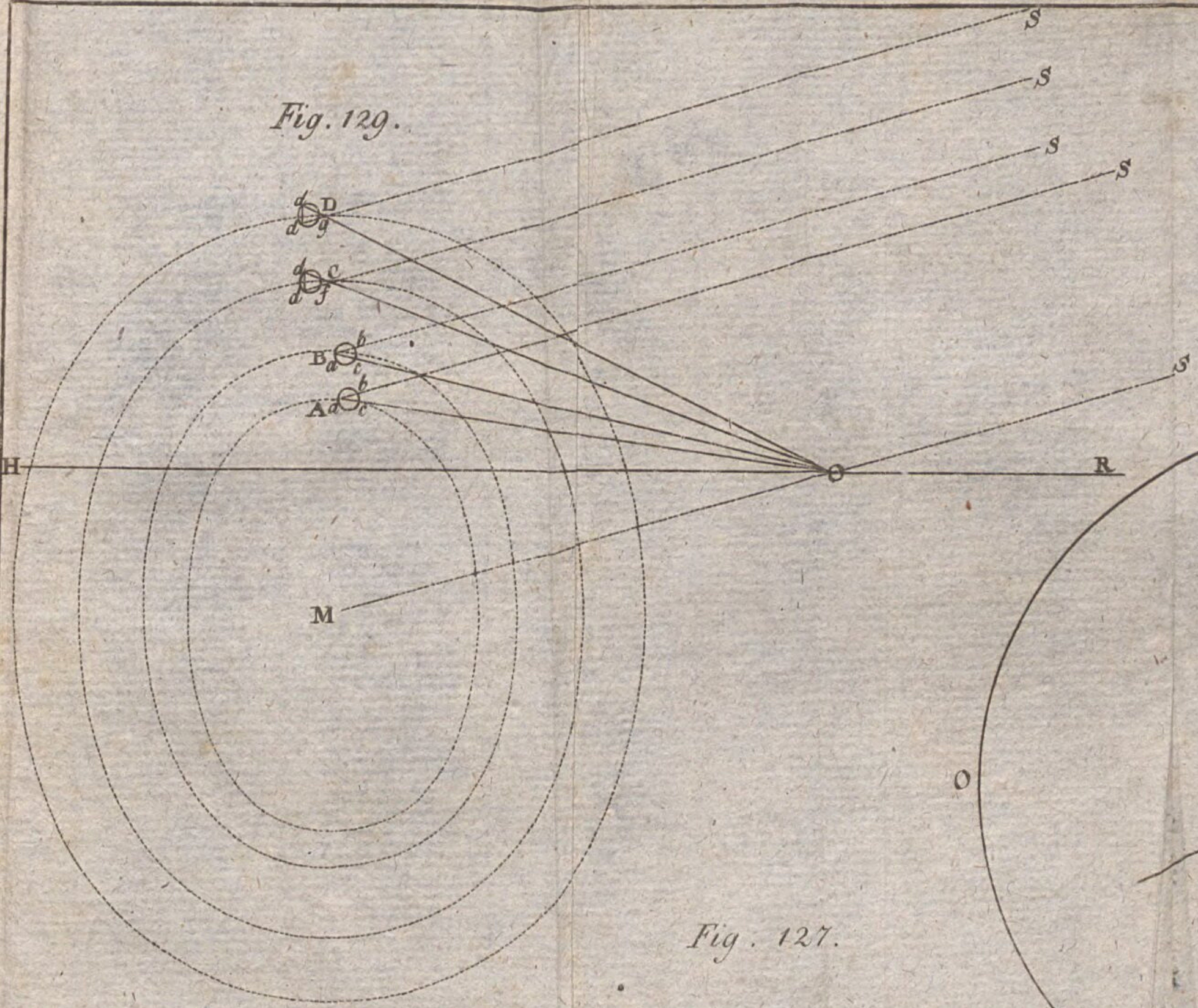


Fig. 128.

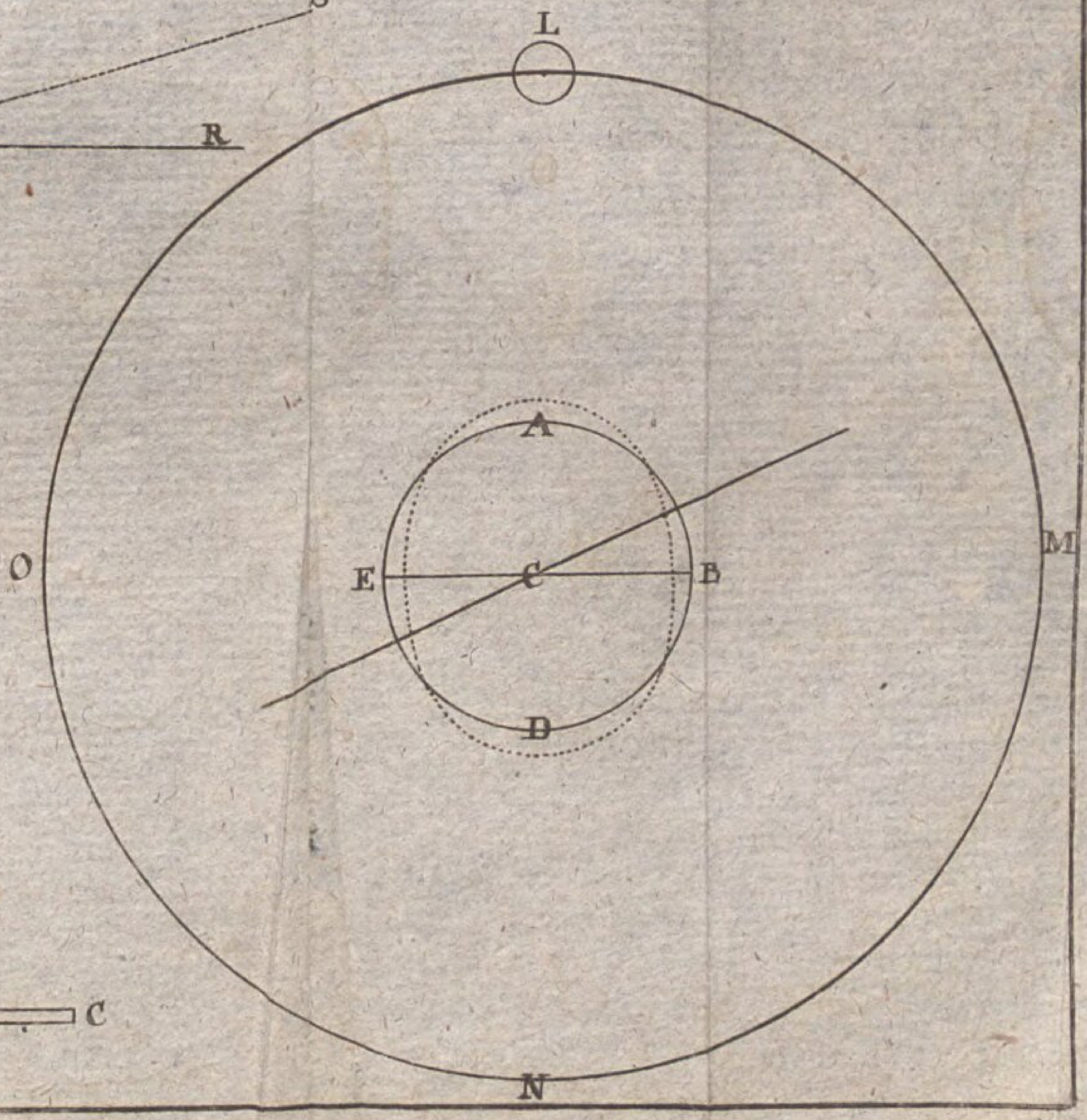
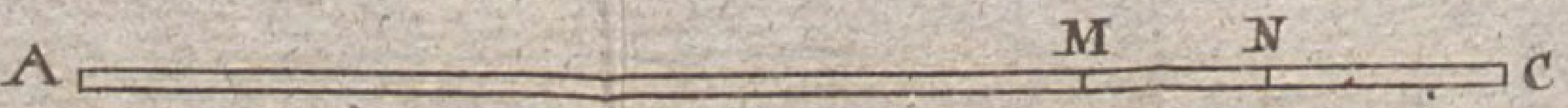


Fig. 127.



nz Steckeler
uchbinderei
chstädt/Do.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gren, Friedrich Albrecht Carl,

Grundriß der Naturlehre in seinem mathematischen und chemischen Theile neu bearbeitet

Halle 1793

Phys.g. 146
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131121-5
VD18 13061747